

Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní,  
Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Diplomová práce, akad. rok 2014/15  
Petr Jadloviský

# ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

## FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N 2301 Průmyslové inženýrství a management

Studijní číslo: S13N0030K

## Diplomová práce

Efektivita nasazení přípravků v kusové výrobě

Autor: **Petr Jadloviský**

Vedoucí práce: **doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.**

Akademický rok 2014/2015

AUTOR	Příjmení Jadlovský	Jméno Petr	
STUDIJNÍ OBOR	N2301 Průmyslové inženýrství a management		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Edl, Ph.D.	Jméno Milan	
PRACOVISTĚ	ZČU - FST - KPV		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	<del>BAKALÁŘSKÁ</del>	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Efektivita nasazení přípravků v kusové výrobě		

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KPV	<b>ROK ODEVZD.</b>	2015
----------------	---------	----------------	-----	------------------------	------

**POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)**

<b>CELKEM</b>	64	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	50	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	14
---------------	----	---------------------	----	--------------------------	----

<b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b>	Předmětem této diplomové práce je ověření využitelnosti přípravků v kusové výrobě. Především potom efektivnosti jejich nasazení. Teoretická část je věnována jednotlivým rozdělením přípravků dle jejich velikosti, vhodnosti, včetně jejich výhod a využitelnosti v praxi. V praktické části je výběr několika projektů reálně řešených ve společnosti TS Plzeň, a.s. a na nich dokazováno, že využití přípravků v kusové výrobě může být jak ekonomicky, tak časově výhodné. Závěrem u každého přípravku je potom vyhodnocení veškerých výsledků.
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>	přípravky, efektivita, obrábění

<b>AUTHOR</b>	Surname Jádlovský	Name Petr
<b>FIELD OF STUDY</b>	N2301 Industrial engineering and management	
<b>SUPERVISOR</b>	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Edl, Ph.D.	Name Milan
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST – KPV	
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>DIPLOMA</b>	<b>BACHELOR</b> Delete when not applicable
<b>TITLE OF THE WORK</b>	The effectiveness of the deployment of products in piece production	

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	KPV	<b>SUBMITTED IN</b>	2015
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

**NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)**

<b>TOTALLY</b>	64	<b>TEXT PART</b>	50	<b>GRAPHICAL PART</b>	14
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

<b>TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	The subject of this thesis is verification of single part production usability, especially their deployment efficiency. The theoretical part focuses on individual distribution of products according to their size, suitability, including their advantages and practical use. A selection of several projects actually solved at TS Plzeň are described in the practical part, giving evidence that the use of jigs in individual production can save time and be economical. All results are eventually evaluated with each product.
<b>KEY WORDS</b>	jigs, efficiency, cutting

#### Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne: .....

.....

podpis autora

## **Upozornění**

Využití a společenské uplatnění výsledků diplomové práce, včetně uváděných vědeckých a výrobně-technických poznatků nebo jakékoliv nakládání s nimi je možné pouze na základě autorské smlouvy a souhlasu Fakulty strojní Západočeské univerzity v Plzni.

## Obsah

Seznam obrázků .....	9
Seznam tabulek .....	10
1 Přípravky – rozdělení a použití .....	12
1.1 Rozdělení přípravků:.....	12
1.2 Charakteristika a použití přípravků .....	17
2 Upínací prvky přípravků.....	21
2.1 Modularita přípravků .....	25
2.2 Znovu použitelnost přípravků.....	26
2.3 Úprava přípravků.....	27
3 Představení společnosti.....	28
3.1 Předmět podnikání .....	29
3.2 Historie a současnost společnosti .....	31
3.3 Popis a členění výroby .....	32
3.3.1 Hydraulické lisy.....	32
3.3.2 Vulkanizační lisy.....	34
3.3.3 Válcovny .....	34
4 Výroba důlčkové desky pro obrábění dutého hřídele .....	35
4.1 Výrobní postup důlčkové desky.....	35
4.2 Výpočet ceny výroby důlčkové desky .....	35
4.2.1 Úprava důlčkové desky .....	37
4.3 Výrobní postup dutého hřídele .....	38
4.4 Výpočet ceny výroby dutého hřídele .....	38
4.5 Vyhodnocení.....	39
5 Výroba přípravku pro obrábění navíjecího stroje .....	40
5.1 Výrobní postup přípravku pro obrábění navíjecího stroje .....	41
5.2 Výpočet ceny přípravku.....	44
5.3 Výrobní postup navíjecího stroje.....	48
5.4 Výpočet ceny výroby navíjecího stroje.....	50
5.4.1 Výrobní postup hřídele bubnu .....	52
5.4.2 Výpočet ceny hřídele bubnu.....	53
5.5 Vyhodnocení.....	54
6 Výroba přípravku pro frézování a broušení.....	56
6.1 Výrobní postup přípravku pro frézování a broušení .....	58

6.2	Výpočet ceny přípravku.....	58
6.3	Výrobní postup kluzných desek.....	59
6.4	Výpočet ceny výroby kluzných desek .....	59
6.4.1	Výroba kluzných desek pomocí přípravku.....	60
6.5	Vyhodnocení.....	61
7	Závěr .....	62
8	Použitá literatura.....	63

## **Seznam použitých zkratk a symbolů**

TS	Težké strojírenství
DD	Důlčiková deska
Obr.	Obrázek
Tab.	Tabulka
a.s.	Akciová společnost
s.r.o	Společnost s ručením omezením
CAD	Computer aided design
IS	Informační systém



## Seznam obrázků

Obr. 1: Upínky [13] .....	13
Obr. 2: Elektromagnetický upínač [12] .....	16
Obr. 3: Elektromagnetický upínač – schéma [12] .....	16
Obr. 4: Upínací přípravek pro obrábění desky [14] .....	17
Obr. 5: Upínací přípravek stavebnicový [12] .....	18
Obr. 6: Kostka pro obrábění [21] .....	25
Obr. 7: Zátka [19] .....	26
Obr. 8: Upínky [20] .....	26
Obr. 9: Důlčiková deska .....	27
Obr. 10: Umístění společnosti [22] .....	28
Obr. 11: Okolí společnosti [15] .....	29
Obr. 12: Organizační uspořádání TS Plzeň a.s. ....	30
Obr. 13: Kovací lis CKW 63 / 74 MN [18] .....	32
Obr. 14: Vytlačovací lis CXT 16 MN (Al) [18] .....	33
Obr. 15: Vulkanizační lis [18] .....	34
Obr. 16: Navíjecí stroj [18] .....	40
Obr. 17: Přípravek pro obrábění navíjecího stroje .....	44
Obr. 18: Přípravek pro frézování a broušení .....	56
Obr. 19: Frézování [16] .....	56
Obr. 20: broušení [17] .....	57

## Seznam tabulek

Tab. 1: Výrobní postup DD .....	35
Tab. 2: Výrobní postup úpravy .....	37
Tab. 3: Výrobní postup dutého hřídele .....	38
Tab. 4: Výrobní postup plechu .....	41
Tab. 5: Výroba hřídele .....	41
Tab. 6: Výroba plechu.....	42
Tab. 7: Výroba přípravku .....	42
Tab. 8: Výroba plechu.....	42
Tab. 9: Výroba příruby.....	42
Tab. 10: Úprava přípravku .....	43
Tab. 11: Výrobní postup segmentu 1 .....	48
Tab. 12: Výrobní postup segmentu 2 .....	48
Tab. 13 : Výrobní postup vřetena nabíječky.....	49
Tab. 14: Výrobní postup rozpěrného pouzdra .....	49
Tab. 15: Výrobní postup hřídele bubnu.....	52
Tab. 16: Výrobní postup přípravku pro frézování a broušení .....	58
Tab. 17: Výrobní postup kluzné desky.....	59
Tab. 18: Výrobní postup výroby kluzných desek pomocí přípravku.....	60

## Úvod

Produktivita práce je určena počtem výrobků zhotovených na obráběcím stroji v určitém čase. Vedle strojního času obrábění, který se nadále zkracuje hlavně nástupem progresivních technologií, je významným příspěvkem ke snížení výrobního času i redukce časů vedlejších. Jedním z prostředků pro snížení těchto vedlejších časů je inovace přípravků.

Přípravky jsou nepostradatelnou a důležitou součástí známé soustavy SNOP (stroj, nástroj, obrobek, přípravek). Obráběcí přípravky jsou i v době CNC obráběcích center jedním z prostředků k zabezpečení požadované přesnosti a kvalitního upnutí obráběných součástí. Tyto přípravky se nejčastěji používají v sériové a hromadné výrobě.

Tato diplomová práce řeší jejich využití ve výrobě kusové. Je zde popsáno, co to vlastně jsou přípravky pro obrábění, jejich rozdělení, možnosti použití a uplatnění v praxi. Dále je v této diplomové práci představena společnost, pro kterou je diplomová práce zpracovávána. Je uveden stručný popis jejího organizačního členění, krátký popis historie společnosti a hlavní náplň výroby. Diplomová práce ve své podstatě řeší nasazení přípravků v kusové výrobě. V sériové a hromadné výrobě je nasazení přípravků běžnou záležitostí, protože vzhledem k počtu kusů je návratnost vynaložených financí na výrobu přípravku velmi rychlá. V kusové výrobě však tvoří náklady na výrobu přípravku vzhledem k počtu vyráběných kusů podstatnější část z veškerých výrobních nákladů. V některých případech ale může být i v kusové výrobě nasazení přípravku výhodné nebo se stává z pohledu možnosti výroby nutností. Cílem této práce je tedy zjistit zdali může být nasazení přípravku pro kusovou výrobu výhodné a to z pohledu jak finančního tak i časového. Dále pak ukazuje, kolik tvoří cena přípravku z celkové sumy určené na danou zakázku a kolik času z celkového výrobního času se věnuje na výrobu přípravku. Na základě těchto poznatků nakonec zjistíme již zmíněnou efektivnost nasazení přípravku v kusové výrobě.

Praktická část práce je věnována především využití přípravků v reálných projektech. Některé přípravky lze použít pouze jednou, některé vícekrát, některé je možné používat neustále a právě to popisují následující stránky. Na začátku jsou představeni zástupci jednotlivých skupin těchto přípravků. Poté již následuje praktické využití přípravku v reálné výrobě. Jako první je představen přípravek velmi jednoduchý, ale při výrobě hojně využívaný. Tento přípravek je zde představen ve dvou provedeních a to jak vyráběný z polotovaru, tak pouze upravovaný z jiného přípravku stejného typu. Dále jsou představeny dva projekty svým použitím typické pro výrobu ve společnosti TS Plzeň, a.s. U těchto projektů je počítána výroba součástí jak bez použití přípravku, tak s ním, abychom následně určili kolik procent z celkové sumy na výrobu, je vynaloženo na přípravek. Následně je vypočtena úspora a to jak finanční tak časová u každého z přípravků. Vypočtené hodnoty jsou následně vyhodnoceny a na základě výsledků je dokázáno, zdali je výroba přípravku efektivní či nikoliv.

## 1 Přípravky – rozdělení a použití

Upínací přípravky se používají za účelem rychlejšího, přesnějšího a snadnějšího ustavení a upnutí obrobků v případě obrábění jednoho nebo většího počtu kusů, při zachování dostatečné tuhosti, pevnosti. Upínací přípravek musí být řešen konstrukčně tak, aby dokázal zachytit vznikající řezné síly, zároveň tlumil chvění a nebyl příliš těžký. Velká hmotnost přípravku zvyšuje opotřebení vodicích ploch a sťažuje manipulaci s přípravkem.

Přípravky jsou výrobní pomůcky, které slouží k rychlému a spolehlivému ustavení obráběné součásti v požadované poloze na obráběcím stroji a k jejímu pevnému a bezpečnému upnutí. Obrobek musí být na stroji upnut tak, aby neustále zachovával přesnou polohu vůči nástroji, která se nesmí při práci působením řezných sil měnit. Přípravky také slouží pro vedení nástroje při obrábění. Přípravky umožňují zvýšit produktivitu práce, bezpečnost a jejich používáním se zajišťuje přesnější výroba. Jejich nevýhodou je na druhou stranu náročnost na zhotovení a proto se používají většinou v sériové výrobě. Výjimkou však není ani použití v kusové výrobě především v případech, kdy bez přípravku obrábět nelze nebo je obrábění za pomoci přípravku výrazně levnější. [1]

Přípravky jsou zpravidla určeny k:

- usnadnění výroby,
- ustavení a upnutí obrobku při jeho obrábění,
- ustavení a přidržení dvou i více částí při jejich spojování,
- vzájemnému nastavení polohy obrobku a nástroje při obrábění.

Účelem přípravku je:

- zpřesnění výroby,
- zkrácení vedlejších časů,
- odstranění namáhavé a zdravotně nebezpečné práce.

### 1.1 Rozdělení přípravků:

Dělit přípravky do jednotlivých skupin lze mnoha způsoby. Lze je dělit dle použití k jednotlivým strojům resp. pracovištím (pro soustruhy, pro frézy, pro brusky), dle účelu použití (pro svařování, obrábění, tváření) nebo také dle velikosti (malé, střední, velké).

#### Podle použití

- jednoúčelové- sériová výroba pro jedinou součást, tvarově a rozměrově neměnná,
- víceúčelové- hlavně v kusové výrobě, upínání součástí různých tvarů v určitém rozsahu velikostí (vzklíčilo, svěrák, otočné stoly – rozšiřují pracovní možnosti stroje).

#### Podle charakteru výroby (podle funkce)

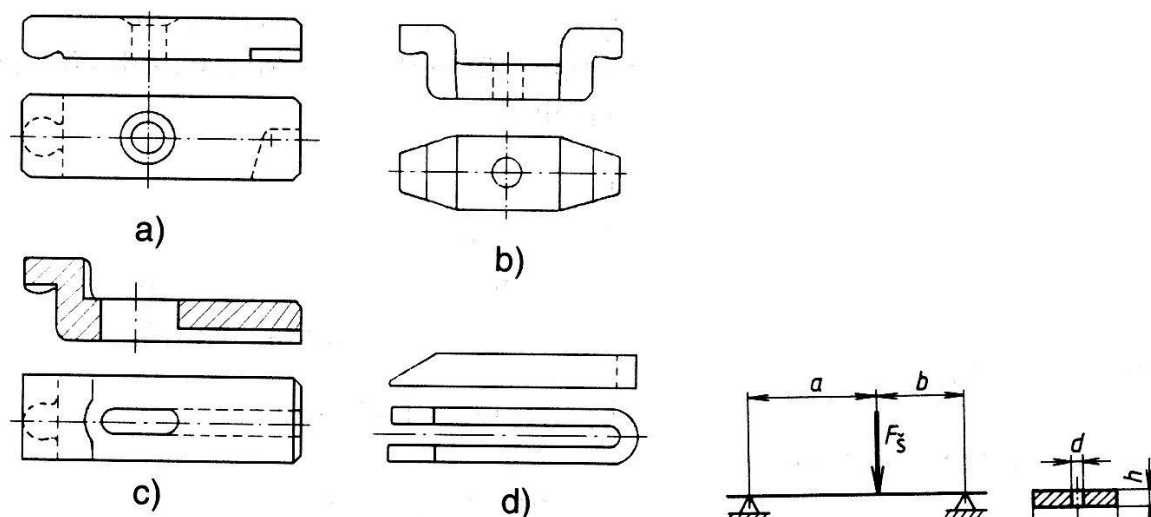
- upínací- obrábění, montáž,
- měřicí a kontrolní, rýsovací.

### Rozdělení přípravků podle druhu obrábění (pracoviště, na kterém jsou používány)

- vrtací,
- frézovací,
- soustružnické,
- brusičské,
- protahovací, hoblovací, obrážecí,
- svařovací,
- montážní (klíče na kola).

### Upínky

Ve strojírenství hojně využívané přípravky. Slouží k upnutí obráběného kusu k obráběcímu stolu nebo k upínací desce, případně upínací kostce. Mají nejrůznější tvary a velikosti, které z nich dělají velmi univerzální a užitečné přípravky.



Obr. 8.41. Upínky

a) plochá, b) sedlová, c) vyhnutá, d) ve tvaru U

Obr. 1: Upínky [13]

### **Podle operačního určení**

- obráběcí přípravky- používají se k upnutí obrobku v určité poloze vzhledem k nástroji, pokud je třeba nástroj vést do místa řezu, je toto vedení součástí přípravku,
- montážní přípravky- jsou určeny k přidržení součástí při jejich vzájemném rozebíratelném i nerozebíratelném spojení, do této skupiny zařazujeme i svařovací přípravky,
- kontrolní přípravky- používají se ke kontrole správnosti rozměrů a geometrických tvarů,
- rýsovací přípravky- jsou určeny k orýsování tvarů před vlastním obráběním,
- pomocná a doplňková zařízení- do této skupiny patří pomůcky, které zvyšují pracovní možnosti strojů (např. vrtací hlavy), pomůcky určené k obrábění ploch speciálních tvarů a lze je obrábět na běžných komunálních strojích, pouze s přídatným zařízením (např. zařízení k soustružení eliptických ploch, k řezání závitů s proměnným stoupáním, apod.). Lze sem také zařadit i pomocná nakládací zařízení, jež umožňují vkládání těžkých součástí do stroje a jejich vyjímání, polohování součástí, apod. [6]

### **Obráběcí přípravky**

- přípravky pro soustružení,
- přípravky pro broušení,
- přípravky pro vrtání a vyvrtávání,
- přípravky pro frézování,
- přípravky pro hoblování a obrážení.

### **Přípravky pro tlakové zkoušky**

- ucpávky,
- zátky, šroubení,
- těsnicí příruby,
- přívodové příruby.

### **Přípravky pro manipulaci s materiálem**

- přípravky pro upínání materiálu,
- přípravky pro ustavení polohy.

### **Přípravky pro měření**

- závitová měřidla,
- měřicí tyčinky,
- kalibry.

### **Podle zdroje upínací síly**

- přípravky s ručním upínáním- jsou řešeny tak, aby fyzická námaha dělníka vynaložená k upnutí obrobku byla co nejmenší a doba potřebná k výměně a upnutí včetně očištění byla co nejkratší,
- přípravky s mechanickým upínáním- používají k upínání obrobků mechanicky vyvinutou sílu,
- pneumatické (síla vyvinutá stlačeným vzduchem),
- hydraulické (síla vyvinutá tlakovou kapalinou),
- elektromagnetické (síla vyvolaná cívkou a jádrem).

### **Pneumatické**

Pneumatické upínací přípravky upínají rychle, snadno se obsluhují a vyvíjejí stálou a velkou regulovatelnou upínací sílu. Aby rozměry pneumatických upínacích přípravků byly přijatelné, kombinují se často tyto přípravky s mechanickými zesilovacími prvky (např. pákovými upínkami, upínacími klíny...)

#### **Výhody**

- velká rychlost upínání,
- jednoduchá konstrukce,
- rovnoměrné upnutí,
- snadná regulace.

#### **Nevýhody**

- velká síla = velké zařízení,
- vzduch je stlačitelný = menší tuhost upnutí.

#### **Způsoby upínání**

- válec s jednočinným pístem,
- válec s dvojčinným pístem,
- válec s tandemovým pístem.

### **Hydraulické**

Největších upínacích sil se dosahuje hydraulickým tlakem. Obvykle jsou upínače vřazeny do hydraulického obvodu (na obráběcích strojích), nebo jsou to samostatné upínací jednotky (pro univerzální použití např. multiplikátory). Jsou dražší než vzduchová, jsou méně rozměrná a nezávislá na dodávané energii ze sítě.

#### **Výhoda**

- dosahuje se největších upínacích sil

#### **Nevýhoda:**

- přípravek je rozměrnější a dražší

## Elektromagnetické

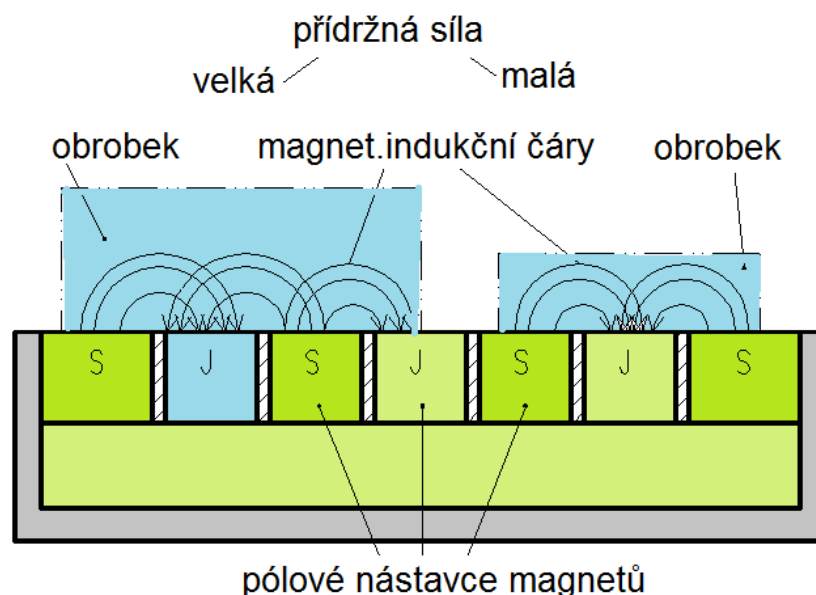
Upínací sílu vyvolává elektromagnet. Upínání je vhodné pro tenké součásti a tudíž se uplatňuje převážně na stolech rovinných brusek. Upínání na magnetických deskách má proti běžnému mechanickému upínání celou řadu výhod. Mezi hlavní patří jednoduchost, rychlost a v neposlední řadě možnost upínání více obrobků najednou.



Obr. 2: Elektromagnetický upínač [12]

Elektromagnety jsou velmi spolehlivé, když do nich pustíme proud, tak vytvoří obrovské magnetické pole. Díky této skutečnosti mají elektromagnetické upínače výborné výsledky při upínání nerovných dílců. Jakmile je od zdroje odpojíme, magnetické pole se ztratí.

Elektromagnetické upínače principiálně fungují tak, že budící cívky jsou omotány v tělese upínače kolem permanentních magnetů a teprve po samotném zapnutí upínače se vytváří elektromagnetické pole. Všechny těla magnetických upínačů jsou ukončeny pólovou deskou. Pólová deska chrání samotné magnety a cívky uvnitř upínače. Samotná upínací nebo adhezní plocha vzniká v prostoru nad pólovou deskou. [7]

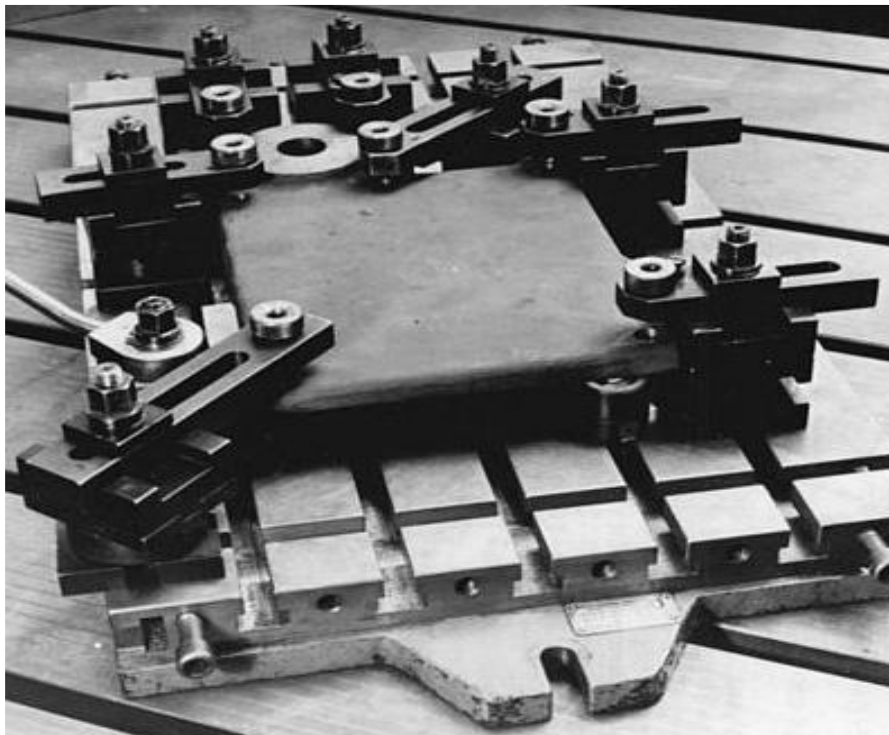


Obr. 3: Elektromagnetický upínač – schéma [12]



## 1.2 Charakteristika a použití přípravků

Přípravky pomáhají zlepšovat jakost výrobku a zvyšovat produktivitu výroby. V některých případech jsou přípravky pro vykonání potřebné operace naprosto nezbytné. Použití přípravků a jejich konstrukce se mění podle druhu výroby. Při kusové výrobě se používají univerzální přípravky s nezbytně nutnými pomůckami pro výkon dané operace. Při výrobě sériové, kdy se vyrábí větší počet stejných výrobků, je výhodné požití operačních přípravků ke zvýšení jakosti a produktivity výroby. Při výrobě hromadné se vyrábí značné množství stejných výrobků, což umožňuje použití speciálních přípravků ke zvýšení produktivity výroby. [3]



Obr. 4: Upínací přípravek pro obrábění desky [14]

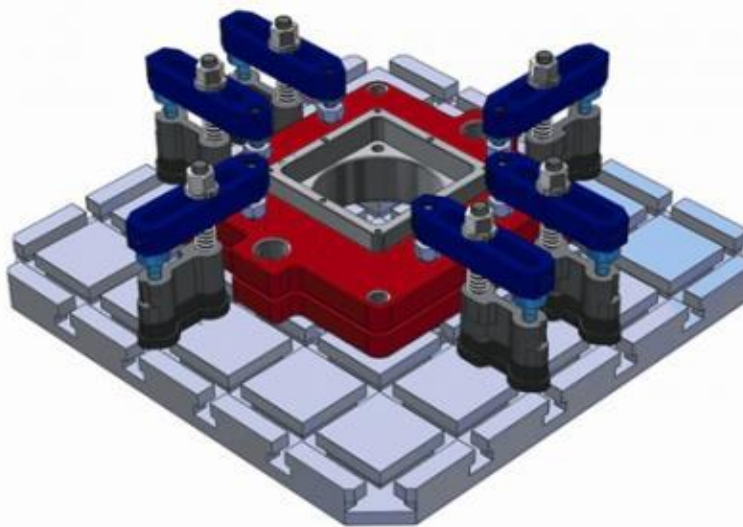
Podle rozsahu použitelnosti se univerzální přípravky používají k upínání několika druhů obrobků stejného typu, ale různých velikostí a tvarů. Některé vyžadují pro každý druh obrobku speciální doplňky (strojní svěrák doplněný speciálními čelistmi, apod.) Stavebnicové přípravky jsou sestaveny z typizovaných dílů v požadovaný přípravek. Speciální přípravky jsou určeny k upínání jednoho obrobku v určité operaci. Jedná se o jednoúčelová upínací zařízení, ve kterých lze obrobek dokonaleji ustavit a upnout než v univerzálním přípravku. [3]

## Účel přípravků

- zvýšení produktivity práce – menší vedlejší časy při upínání a uvolňování,
- náročné práce mohou vykonávat i méně kvalifikovaní pracovníci,
- upnutí a obrábění více součástí najednou,
- kontrola rozměrů polotovarů nebo rozpracovaných součástí,
- použití jednodušších a univerzálních strojů pro specializované práce.

## Stavebnicové přípravky

Při upínání tvarově složitých obrobků je důležité, abychom daný obrobek upnuli co nejrychleji, nejpresněji a s minimálními náklady. K takovému upnutí se používají stále oblíbenější stavebnicové přípravky. Jsou složeny z normalizovaných, typizovaných a montážních jednotek, které se dají skládat jako stavebnice. Díly stavebnicového přípravku jsou rozebíratelné a lze je v různých kombinacích opakovaně využít.



Obr. 5: Upínací přípravek stavebnicový [12]

Stavebnicové soupravy jsou složeny z následujících skupin:

- základové bloky a desky- čtvercového, obdélníkového a kruhového tvaru,
- ustavující jednotky- čepy, kolíky, středící pouzdra,
- opěrné prvky,
- upínací prvky,
- nastavbové prvky,
- přechodové prvky,
- ovládací prvky.

## Skupinové přípravky

U skupinových přípravků je celý přípravek nebo jen jeho část společná pro skupinu součástí. Tyto přípravky se skládají ze stálých, vyměnitelných nebo seřiditelných součástí. Stálé je těleso přípravku, upínací mechanismus a jeho silová jednotka. Vyměnitelné nebo seřiditelné jsou ustavovací a vodící prvky přípravku, v některých případech i upínací elementy. Vyměnitelné prvky se řeší dle zvláštností tvaru součástí, skupiny a vyměňují se při přechodu z obráběcí dávky součástí jednoho druhu na obrábění součástí jiných druhů. [4]

## Základní části přípravků

- prvky pro ustavení,
- prvky upínací,
- prvky pro vedení nástroje,
- těleso přípravku,
- pomocné prvky (rukojeti, řetízky, spojovací prvky).

## Hlavní zásady při navrhování přípravku

- obráběná plocha má být co nejbližší k upínací ploše stroje,
- řezné síly mají působit proti pevným dorazovým plochám,
- přípravek má znemožnit obrácené vložení obrobku,
- přípravek má zajistit snadné, bezpečné a jednoduché vkládání a vyjímání obrobků,
- počet ovládacích prvků má být co nejmenší,
- převod mezi ovládacím a upínacím prvkem musí být takový, aby síla vyvozená rukou nepřesáhla 100 N,
- hmotnost ručního přípravku má být max. 15 kg,
- všechny ostré hrany mají být zaoblené nebo zkosené,
- části, které se opotřebovávají řešit jako vyměnitelné,
- co nejvíce částí přípravku by mělo být normalizovaných => nízká cena.

## Prvky pro ustavení součástí

Na rovinnou plochu

- bříty (broušené, kalený povrch),
- opěrky (pevné, stavitelné, samo stavitelné),
- stavitelné- opěrka se šroubuje opěrka do požadované výšky,
- samo stavitelných- pomocí pružiny se zvedá opěrka, která se musí pojistit šroubem,
- používají se s rovnou hlavou (ustavení- obrobené plochy) a s kulovou hlavou (neobrobené plochy).

Na vnitřní válcové plochy

- ustavení se provádí na středícím čepu,
- jeden čep je válcový a druhý zploštělý (aby se postihly odchylky roztečí dvou děr).

Na kuželové plochy- hroty, které se ustavují pomocí středících důlků,

Na vnější válcovou plochu- prizma se používá nejčastěji pro vrtání a výrobu drážek.

Na 2 vnější válcové plochy- ustavení do dvou prizmat (jedno pevné a druhé stavitelné – posuvné) nebo mezi prizma a ustavovací šrouby.

### **Ustavení obrobku**

Obrobek musí být v přípravku ustaven ve stabilní poloze, která odpovídá jeho poloze při obrábění. Ustavit obrobek znamená omezit jeho pohyb v šesti stupních volnosti:

- ve třech posuvných pohybech ve směru os x, y, z,
- ve třech rotačních pohybech kolem těchto os.

## 2 Upínací prvky přípravků

Upínací prvky přípravků jsou takové prvky, které lze použít pro většinu druhů obrábění. Tyto upínací prvky se mohou vyskytovat v mnoha různých modifikacích, avšak lze je konkretizovat a zařadit do skupin dle následujícího rozdělení: [6]

### Upínky

- pro upínání rovinných ploch,
- druhy: ploché, zahnuté, sedlové, ve tvaru U.

### Univerzální sklíčidlo

- upíná a zároveň ustavuje,
- nejčastěji u soustružení.

### Kleština

- pro upnutí válcové plochy (fréza)

### Šrouby

- zvláštní typ je rychloupínací šroub (málo používaný),
- druhy: se zářezem a čípkem, se čtyřhrannou hlavou a čípkem, s kolíkovou rukojetí, s posuvnou rukojetí, k otočným podložkám a třmenům.

### Výstředníky

- plocha musí být obrobena, je to rychlé a jednoduché upnutí,
- druhy: jednoduchá páka, rozvidlená páka, páka s drážkovým výstředníkem, rozvidlená páka vyhnutá,
- princip: otáčení probíhá mimo osu souměrnosti.

### Vačky

- jejich povrch je tvořen Archimédovou spirálou,
- otáčením se k obrobku přiblíží širší strana spirály a obrobek upne,
- nevýhodou je složitější konstrukce, ale má větší rozsah upínání,
- podobně se upínají i výstředníky.

### Matice

- druhy: rychloupínací, vysoké matice šestihranné s rovinnou a kulovou dosedací plochou, vysoké matice čtyřhranné s nákrůžkem, vykované matice, matice s posuvnou rukojetí, se sklopenou rukojetí

### Pastorek a ozubený hřeben

- výhody: velká upínací síla, velký upínací zdvih, rychlé upnutí,
- díky šikmým zubům se přípravek neposune zpět.

### Trny

- zároveň ustavují součásti s dírou
- a) pevné válcové trny- upínání přes podložku,  
Součásti, které mají drážky pro pera (nevýhoda, nesou větší krouticí moment),
- b) kuželové trny- jsou do obrobku nalisovány (obrobek musí mít vyrobenou přesnou díru) používají se na dokončovací práce (broušení), protože přenášejí menší krouticí moment,
- c) rozpínací trny - opačný princip kleštiny.

### Přesnost přípravků

Přípravky určené k upnutí obrobku určují jednoznačně vzájemnou polohu řezného nástroje a obrobku, tj. jak před obráběním, tak i v průběhu vlastního obráběcího procesu. Jejich konstrukce a provedení bezprostředně ovlivňuje jak rozměrovou, tak i tvarovou přesnost obrobku.

Při rozboru vlivu přípravků na přesnost výroby je nutné hodnotit nezávisle přesnost vlastního přípravku a s ní spojené nepřesnosti výroby součástí a vliv tuhosti přípravku, kdy působením řezných odporů nebo jejich změnou mohou nastat nežádoucí deformace, které nepříznivě ovlivňují výslednou přesnost obrobku.

### Materiál přípravků

Materiál přípravku musí zcela vyhovovat všem kritériím, která budou na přípravek kladena, jako jsou dostatečná pevnost, pružnost, odolnost proti opotřebení apod. Tato kritéria je nutno respektovat při konstrukci v plné šíři, protože přípravek má umožňovat rychlou výrobu a náklady na přípravek mají být co nejmenší.

### O volbě materiálu rozhoduje

- namáhání, opotřebení, tvar a činnost,
- počet vyráběných kusů přípravku,
- pracovní prostředí, ve kterém bude přípravek pracovat,
- nejmenší stupeň obrobení jednotlivých částí přípravku,
- požadovaná přesnost obrobku a tím i přípravku,
- hmotnost přípravku,
- cena, skladovaný druh materiálu a výrobní schopnosti nářadovny.

Přesnost součásti vyráběné v přípravku je závislá na přesnosti a tuhosti přípravku. Největší tuhost musí mít těleso přípravku, neboť přenáší síly od jednotlivých na něm uchycených částí. Těleso musí být správně navrženo co do rozměrů, tvaru, materiálu, výroby, funkce a z hlediska údržby. Těleso přípravku má mít těžiště co nejnižší, aby se dosáhlo požadované stability celého přípravku.

## Druhy těles

- sestavená- montovaná z částí vyrobených z uhlíkových ocelí,
- odlévaná- mají velkou hmotnost, jsou výrobně drahá, obtížně opravitelná, ale méně korodují a jsou rozměrově stálá,
- svařovaná- vhodným materiálem je ocel se zaručenou svařitelností (11 373.1, 11 523.1), lze u ní dosáhnout vysoké tuhosti při malé hmotnosti.

## Uložení přípravků

Upínací přípravky se součástí jsou upevněny na desce stolu výrobního stroje v určité poloze vůči nástroji. Zcela ojediněle je upínací přípravek na stole volně položen a obráběč jej při práci přidržuje rukou. Tento způsob je však málo bezpečný a využívá se jen tehdy, je-li účinek nástroje na obrobek poměrně malý a dělník přípravek se součástí stačí udržet, např. u vrtacích přípravků. Opěrky se využívají pouze tehdy, když nemůže být vytvořená dosedací plocha přímo na tělese přípravku, při pokládání na pracovní plochu stroje.

Dále je možné použít lišty, které jsou ale jeden kus s tělesem přípravku. Vhodnější jsou vodící vložky, které se dají vyměňovat, takže se tentýž přípravek dá používat na strojích s rozdílnými šířkami vodících drážek. Poškozené vodící vložky se dají snadno nahradit.

## Hospodárnost přípravků

Hlavní zásadou při konstrukci jakékoliv výrobní pomůcky je hospodárnost. Snahou konstruktéra musí být již od prvopočátku při dodržení funkčnosti i designu její hospodárnost při výrobě. Neúměrně složité, přesné a přemrštěné požadavky si vyžadují speciální nářadí, což vede ke zvýšeným nákladům na výrobu. Při konstrukci přípravku musí konstruktér přípravků hledět, při volbě druhu přípravku, na hospodárnost. Volba druhu přípravku se provádí na základě stanovení rentability.

Navrhovaný přípravek je rentabilní, když náklady vynaložené na pořízení a udržování jsou nižší než úspory vzniklé zavedením daného přípravku. V ceně přípravku je zahrnuta i režie spojená s výrobou přípravku. Do režie jsou zahrnuty odpisy, náklady na skladování, na údržbu přípravku, atd. [7]

Uvedené základní podmínky můžeme vyjádřit vztahem:

U - úspora v přímých mzdách [Kč/ks],

R - koeficient režie vlastní výroby (%),

C - cena přípravku [Kč],

K - životnost přípravku [roky],

B - rozdíl v nákladech na seřízení stroje s přípravkem a bez něho [Kč/rok],

n - počet výrobků vyrobený v jednom roce [ks/rok].

$$n_{mez} = \frac{C \times \frac{1}{K} + B}{U \times (1 + R)}$$

Z uvedeného vztahu lze stanovit mezní počet výrobků  $n_{mez}$ , kdy je rentabilní zavést speciální přípravek. Návratnost nákladů vynaložených na speciální nářadí by neměla přesáhnout dobu výroby výrobku, pro který je určeno a neměla by přesáhnout 2 až 3 roky.

### Vliv přípravků na přesnost výroby

Hlavním kritériem výroby strojních součástí je jejich přesnost a drsnost obrobeného povrchu jako veličin, které mají hlavní vliv na jejich životnost a funkční vlastnosti. Při tom je třeba v plném rozsahu respektovat i ekonomické otázky dané výroby, které jsou uvedenými požadavky bezprostředně ovlivňovány. Což stanovuje požadavek pouze takové přesnosti výroby a drsnosti povrchu, která je z hlediska funkčního a estetického nutná.

Největší vliv na uvedené vlastnosti má nástroj a přípravek ve spojitosti se strojem a obrobkem. Ve vztahu k přípravku je to především rozměrová, tvarová a geometrická přesnost, které jsou konstrukcí a stavem přípravku ovlivněny. I když drsnost povrchu je hodnocena odděleně, jsou při komplexním posouzení součástí všechny uvedené vlastnosti posuzovány společně.

Posouzení vyplývá z toho, že určitému stupni přesnosti obrobku odpovídá určitá drsnost povrchu. Na dosažení požadovaných hodnot drsnosti obrobeného povrchu závisí i volba vhodného způsobu obrábění.

Na výslednou přesnost obrobku má vliv:

- nepřesnost nastavení soustavy stroj – nástroj – obrobek – přípravek (SNOP). Tato nepřesnost je ovlivňována přesností použitého zařízení a kvalifikací dělníka,
- přesnost vlastní práce stroje, která plyne z vlastností stroje, přípravku, nástroje, obrobku, použitých řezných podmínek, apod.

Výsledná nepřesnost je dána nepřesnostmi vyplývající ze stavu soustavy SNOP a pracovních podmínek.

### Hospodárnost a úspory při zavádění přípravků – rentabilita:

Přípravek je rentabilní tehdy, když ušetřené výrobní náklady (materiál, mzdy, režijní náklady) vzniklé použitím přípravku ke zpracování určité série jsou větší než cena přípravků a náklady na jeho údržbu

$$U \times (1 + R) > \frac{C + Y}{N_{MIN}}$$

$U$  - úspory mezd na jeden kus [ $Kč.kus^{-1}$ ]

$R$  - režijní náklady (600%  $\Rightarrow R=6$ )

$C$  - cena přípravku [ $Kč$ ]

$Y$  - náklady na údržbu přípravku (10% z ceny)

$N_{MIN}$  - min. počet kusů, od které je přípravek rentabilní



## Frézovací přípravky

Při frézování vznikají velké řezné síly, které se snaží vychýlit obrobek z polohy, ve které je ustaven. Velikost těchto sil, kterými působí každý zub frézy na obrobek, je proměnná. Proto musí být kvůli dostatečné přesnosti výroby obzvláště frézovací přípravky dostatečně tuhé.

Obrobek se upíná na pracovní stůl frézky. Menší obrobky se většinou upínají do strojních svěráků pevných, otočných a sklopných. Dále do speciálních svěráků pro upínání válcových součástí. Svěráky mohou být ovládány ručně, pneumaticky nebo hydraulicky.

K upínání větších obrobků se používají různé upínací pomůcky, jako jsou upínky, opěrky, podpěry, apod. Všechny tyto upínací pomůcky jsou upevňovány do T- drážek stolu frézky pomocí speciálních šroubů s čtvercovou hlavou. [8]

### 2.1 Modularita přípravků

Modularita přípravků je jednou z věcí, kterou lze v praxi s výhodou použít. Jedná se o využití přípravku pro jiné účely, než pro které byl vyroben. Malou úpravou, přidáním určité součásti nebo naopak odebráním některého z dílů lze docílit toho, aby přípravek mohl být použit pro jiný druh výroby. V oblasti obrábění se jedná především o různé přípravky pro ustavení polohy, přípravky pro zpevnění materiálu při obrábění apod. Jedním z modulárních přípravků používaných ve společnosti TS Plzeň, a.s. jsou tzv. ustavovací kostky. Dle obrázku č. 1 můžete vidět, že se jedná v podstatě o duté kostky s drážkami po celé ploše stěny sloužící ke správnému ustavení obrobku na obráběcím stole. Tyto kostky lze použít téměř u jakéhokoliv typu obrobku a to převážně na horizontkách, ale i na vrtačkách, obrázečkách a dalších strojích. Jejich otáčením, skládáním a přesouváním lze dosáhnout různých rozměrů a tvarových kombinací pro ustavení plochy a polohy. Modularita těchto kostek je velmi vysoká a jejich využití v TS Plzeň je na denním pořádku.



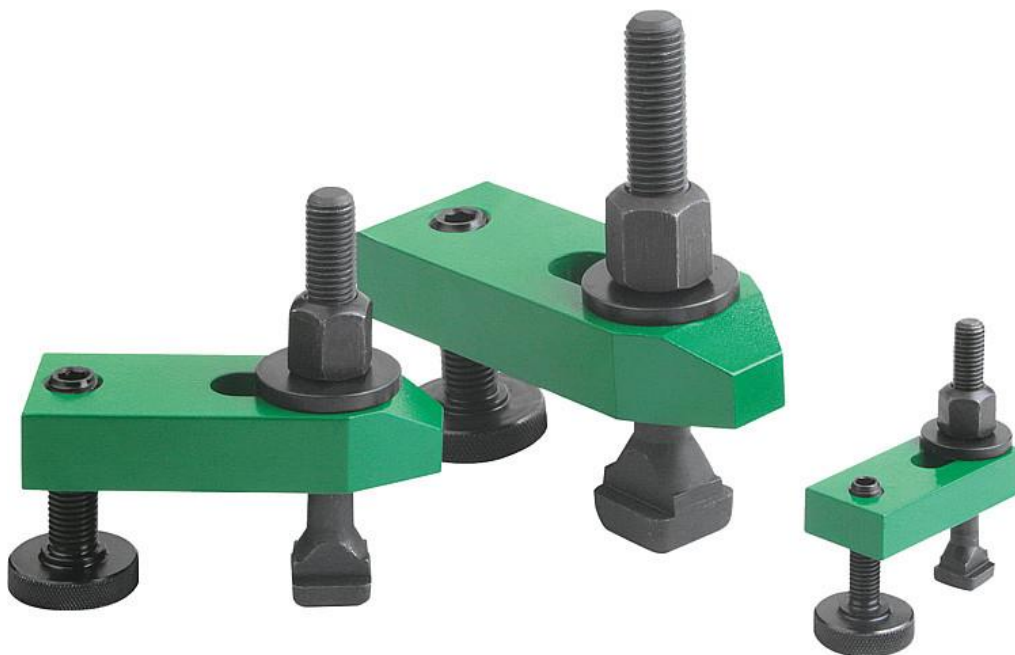
Obr. 6: Kostka pro obrábění [21]

## 2.2 Znovu použitelnost přípravků

Lze si snadno představit, že přípravky pro ustavení jednoho obráběného dílu, jakou jsou upínky ucpávky, zátky, šroubení apod. je možné využít také u jiných dílů. Nespornou výhodou těchto přípravků je, že je lze využít pro obrábění zcela jiného dílu a to bez nutnosti změny jejich geometrie. Přípravky tohoto typu se tedy jednoznačně stávají ekonomicky výhodné i při kusové výrobě. Ve společnosti TS Plzeň je pro takovéto přípravky zřízen speciální sklad, kde jsou vždy připraveny k opětovnému použití. To znamená, že výrobní náklady na tyto přípravky se účtují jen jednou. S každou další součástí, na kterou se využijí, prakticky poměr jejich výrobní ceny k ceně zakázky lineárně klesá.



Obr. 7: Zátka [19]



Obr. 8: Upínky [20]

## 2.3 Úprava přípravků

Jedná se většinou o nepatrné, případně i rozsáhlejší úpravy přípravků, které následně slouží pro využití k jinému účelu. Požadované úpravy svou pracností nesmějí přesáhnout cenu výroby přípravku nového. V takové chvíli by se úprava stala neekonomickou a především neúčelnou. Úpravy přípravků ve společnosti TS Plzeň, a.s. jsou většinou velmi jednoduché. V podstatě se jedná vždy jen o několik základních úprav jako je např. zmenšení průměru určité části, zmenšení rozměrů dosedacích ploch případně vrtání několika děr navíc. Jedním z typických příkladů na úpravu a opětovné použití jsou tzv. „důlčikové desky“ dále jen DD.



**Obr. 9: Důlčiková deska**

Již vlastní výroba DD není nic náročného. Jak můžete vidět na obrázku, jedná se v podstatě o plech kruhového průřezu s jednoduchým osazením, které je obrobena na přesnou míru a které je funkční plochou při použití přípravku. Při úpravě DD se ve většině případů obrábí právě tato plocha. Například máme-li několik dutých hřídelů o vnitřním průměru sto milimetrů a několik o průměru osmdesát milimetrů, vyrobíme DD pro rozměr sto milimetrů, kterou následně upravíme na hřídele s osmdesáti milimetrovým vnitřním průměrem. Pro dva různé typy hřídelů nám tedy stačí jen jedna DD.

### 3 Představení společnosti

TS Plzeň a.s. zajišťuje již více než 150 let konstrukci a výrobu různých strojů a zařízení. Pro své zákazníky dodává kompletní servis činností od konzultací a úvodních studií až po zpracování konstrukční dokumentace, výrobu, dodávky, montáže a uvedení zařízení do provozu.

Konstrukční a projekční kanceláře společnosti jsou vybaveny nejmodernějšími CAD systémy, výrobní proces je zajišťován pomocí automatického systému řízení výroby. Pružnost a maximální vstřícnost při zajišťování potřeb a požadavků zákazníků jsou typické znaky práce společnosti TS Plzeň a.s.

Z názvu společnosti lze vyčíst, že se jedná o akciovou společnost se sídlem v Plzni. Konkrétně na borech u osmé brány v areálu bývalé Škody.[15]



Obr. 10: Umístění společnosti [22]

Ts Plzeň a.s.

Tylova 1/57

301 00 Plzeň

IČO: 25240293



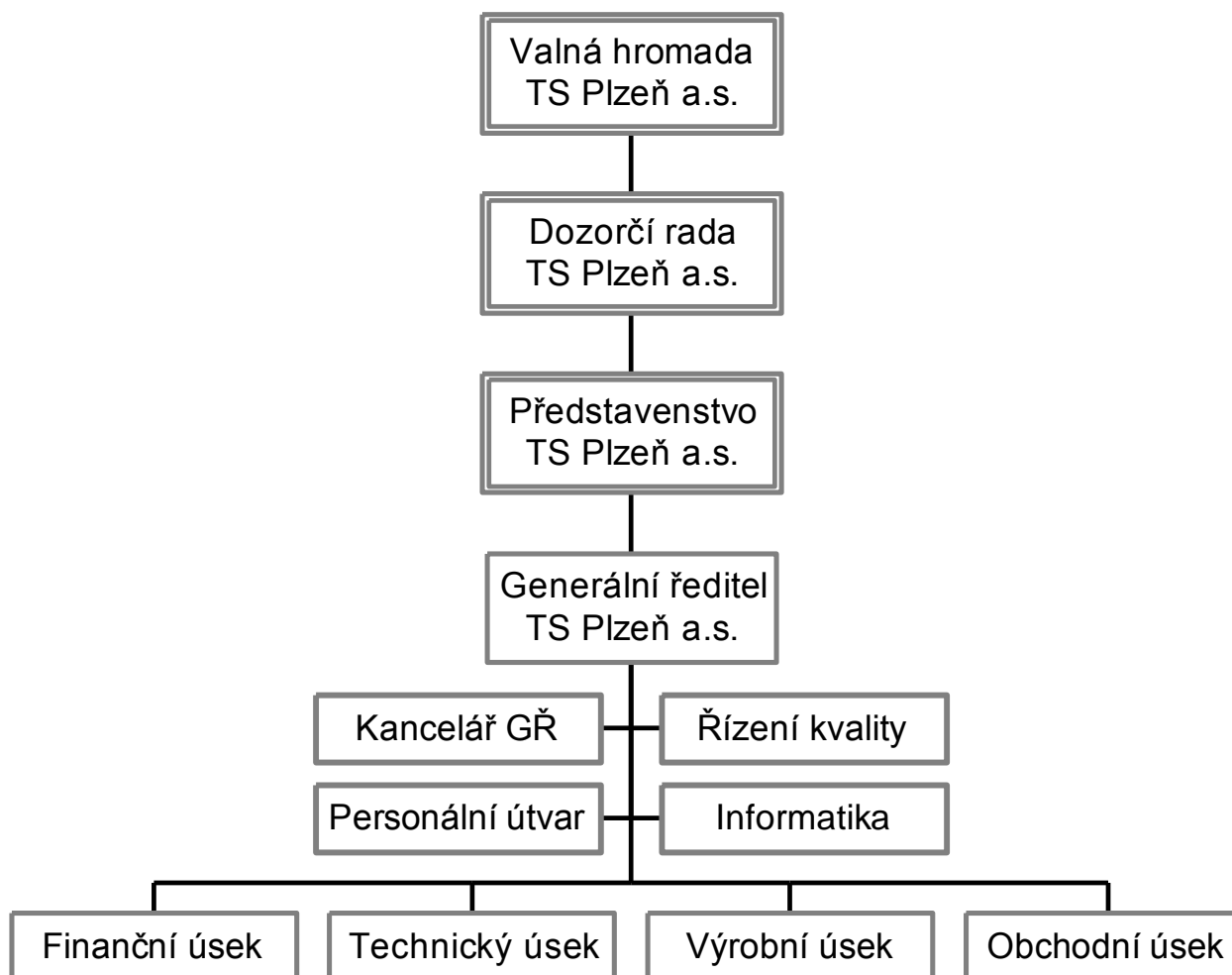
### 3.1 Předmět podnikání

- projektová činnost ve výstavbě
- obrábění kovů, plastů a dřeva
- činnost účetních poradců, vedení účetnictví, vedení daňové evidence
- opravy dopravních prostředků a pracovních strojů
- výroba, obchod a služby
- zámečnictví, nástrojářství
- výroba, instalace, opravy elektrických strojů a přístrojů, elektronických a telekomunikačních zařízení
- montáž, opravy, revize a zkoušky elektrických zařízení



Obr. 11: Okolí společnosti [15]

## Organizační uspořádání společnosti



Obr. 12: Organizační uspořádání TS Plzeň a.s.

### **3.2 Historie a současnost společnosti**

1859 založení závodu ŠKODA

1860 zahájení výroby ozubených kol

1866 zahájení výroby válcovacích tratí a hydraulických lisů

1932 zahájení výroby třtinových cukrovarů

1965 zahájení výroby vulkanizačních lisů

1993 vznik společnosti ŠKODA TS s.r.o.

2000 vznik společnosti ŠKODA TS a.s.

2003 APPIAN GROUP se stala vlastníkem ŠKODA Holding

2004 ŠKODA TS a.s. se stává členem Železiarne Podbrezová Group

2007 ŠKODA TS a.s. mění obchodní jméno na TS Plzeň a.s.

### 3.3 Popis a členění výroby

Ve společnosti TS Plzeň a.s. je vyráběno nepřeborné množství různých produktů. Výrobu tedy nelze rozdělit na přesně vymezené části. Hlavní náplň veškeré produkce však lze rozdělit dle následujících řádků.

#### 3.3.1 Hydraulické lisy

TS Plzeň a.s. vyrábí hydraulické lisy již od roku 1872. Do roku 2005 vyrobila TS Plzeň a.s. přibližně 1 680 lisů a hydraulických zařízení určených pro zákazníky z nejrůznějších průmyslových odvětví v tuzemsku i v zahraničí, a to pro těžké kovárenské provozy, lisovny mědi, hliníku, případně oceli, stavebnictví i potravinářský průmysl.

Hydraulické kovací lisy

- pro zápusťkové kování typu CKZ s lisovací silou 6,3 - 80 MN,
- pro volné kování s lisovací silou 6,3 - 180 MN, a to lisy typu CKV s horním tlakem a CKW se spodním tahem,
- rekonstrukce a modernizace lisů.



Obr. 13: Kovací lis CKW 63 / 74 MN [18]



### Hydraulické vytlačovací lisy

- typu CXT pro vytlačování trubek,
- typu CXP pro vytlačování profilových tyčí a drátů,
- rekonstrukce a modernizace lisů.



**Obr. 14: Vytlačovací lis CXT 16 MN (AI) [18]**

### Speciální hydraulické lisy

Speciální hydraulické lisy zahrnují široké spektrum strojů. Sem patří lisy CTD na kotlová dna do lisovací síly 16 MN, lisy CJB na výrobu střešních krytin, lisy CJKJ na výrobu brusných kotoučů, typ CFN event. CFA na zpracování nitrocelulózy, lisy pro různá použití v potravinářském průmyslu např. typ CFP, razicí lisy, montážní lisy CDR pro montáž železničních dvojkolí a napínací lisy CTT. TS Plzeň a.s. je schopna dodat na základě zadání zákazníka i lisy zcela speciálního provedení. Standardně se zajišťuje i rekonstrukce a modernizace těchto lisů.

### 3.3.2 Vulkanizační lisy

Již více než 40 let dodává TS Plzeň a.s. vulkanizační lisy zejména pro výrobu pneumatik pro nákladní automobily, traktory a stavební stroje. Tradice, mnohaleté zkušenosti, znalosti gumárenské technologie- to jsou základní faktory umožňující firmě TS Plzeň a.s. zajistit špičkovou úroveň vulkanizačních lisů.

Výrobní program zahrnuje:

- hydraulické lisy ve velikostech 63,5" až 75" v dvoukomorovém provedení,
- hydraulické lisy ve velikostech 75" až 130" v jednokomorovém provedení,
- hydraulické radiální lisy ve velikosti 66" v dvoukomorovém provedení,
- mechanické lisy ve velikosti 63,5" až 130",
- příslušenství k vulkanizačním lisům - základací a odebírací zařízení, stabilizační zařízení diagonálních pneumatik, elektrické rozvaděče lisů, řídicí systémy atd.,
- modernizace a generální opravy lisů.

### 3.3.3 Válcovny

TS Plzeň a.s. zajišťuje komplexní služby v oblasti dodávek technologických celků, jednotlivých strojů, příp. uzlů pro válcovny zahrnující zpracování projekční a konstrukční dokumentace, výrobu zařízení, montáž i uvedení zařízení do provozu u zákazníka, v případě požadavku i pozáruční servis.

Výrobní program zahrnuje:

- dodávky zařízení válcovacích tratí a úpravárenských linek,
- modernizace a rekonstrukce stávajících válcovacích tratí, vstupních a výstupních úseků úpravárenských linek,
- dodávky jednotlivých strojů a náhradních dílů,
- dodávky strojů, uzlů a náhradních dílů dle dokumentace zákazníka.



Obr. 15: Vulkanizační lis [18]

## 4 Výroba důlčikové desky pro obrábění dutého hřídele

Na následujícím příkladu si ukážeme využitelnost DD v praxi. Bude se jednat o výrobu dutého hřídele, který by bez použití DD nebylo možné obrábět. Dutý hřídel je samozřejmě součástí většího celku, který tvoří celou zakázku, v tomto případě si však ukážeme postup výroby jen zmíněného hřídele, protože DD je zhotovena právě pro něj. V prvním kroku bude určena cena za výrobu DD. Následně budeme předpokládat, že máme již vyrobenou jinou DD a chceme jí jen upravit. V podstatě budeme tedy řešit dvě varianty, které porovnáme v konečném vyhodnocení. V posledním kroku určíme cenu výroby dutého hřídele a určíme, kolik procent z celkové ceny tvoří cena DD. Stejně srovnání provedeme i pro DD, kterou pouze upravujeme.

### 4.1 Výrobní postup důlčikové desky

Výrobní postup DD je zde prezentován přesně dle postupu v informačním systému Baan. Nejsou zde uvedeny operace jako vyskládání, prorýsování apod., které nemají žádné výrobní časy, tudíž by při výpočtu ceny přípravku nebyly započteny. Jak již bylo popsáno na začátku práce, postup výroby DD je velmi jednoduchý. Jedná se vždy jen o několik základních operací prováděných na konvenčních strojích. Cena výroby DD se pohybuje maximálně v řádu tisíců korun.

Důlčiková deska Fd 425562

Operace	Úkon	Popis	Stroj	Čas. nast.	Čas. výr.
10	6102	Zámečnické práce	94210	10	20
20	7162	Práce na soustruhu	41350	30	90
30	6102	Zámečnické práce	94210	5	15

Tab. 1: Výrobní postup DD

### 4.2 Výpočet ceny výroby důlčikové desky

Výpočet ceny DD je prováděn na základě technologického postupu. Výrobní a přípravné časy jednotlivých operací jsou vynásobeny hodinovou sazbou daného pracoviště. Výsledkem těchto propočtů je cena za každou operaci. Následně jsou tyto operace sečteny. Tím dostáváme výsledek, který nám ukazuje cenu výroby jednotlivých součástí, případně celého výrobku.

Důlčiková deska FD 425562:

- zámečnické práce: přípravný čas 10 minut, výrobní čas 20 minut,
- práce na soustruhu: přípravný čas 30 minut, výrobní čas 90 minut,
- zámečnické práce: přípravný čas 5 minut, výrobní čas 15 minut.

$t_p$ : přípravný čas

$t_v$ : výrobní čas

$$\left. \begin{aligned} t_p &= \frac{10 \cdot 400}{60} = 66,7 \\ t_v &= \frac{20 \cdot 500}{60} = 166,7 \end{aligned} \right\} \text{ Peněžní vyjádření přípravného a výrobního času první operace.}$$

$$\left. \begin{aligned} t_p &= \frac{30 \cdot 420}{60} = 210 \\ t_v &= \frac{90 \cdot 700}{60} = 1050 \end{aligned} \right\} \text{ Peněžní vyjádření přípravného a výrobního času druhé operace.}$$

$$\left. \begin{aligned} t_p &= \frac{5 \cdot 400}{60} = 33,3 \\ t_v &= \frac{15 \cdot 500}{60} = 125 \end{aligned} \right\} \text{ Peněžní vyjádření přípravného a výrobního času třetí operace.}$$

**Součet: 1651,7 Kč**

#### 4.2.1 Úprava důlčkové desky

V případě, že máme vyhrazený sklad použitých DD (potažmo veškerých přípravků) a předpokládáme, že některou z nich, většinou s atypickým rozměrem, již nebudeme potřebovat, můžeme ji upravit a použít pro jiný účel. Přesně tak je tomu v případě TS Plzeň, a.s. Zde si ukážeme postup jednoduché úpravy DD a následně vypočteme rozdíl ve vynaložených nákladech na výrobu oproti výrobě nové desky.

KOTO      úprava      Fd 425562

Operace	Úkon	Popis	Stroj	Čas. nast.	Čas. výr.
10	7162	Práce na soustruhu	41350	30	30
20	6102	Zámečnické práce	94210	5	10

Tab. 2: Výrobní postup úpravy

$$\left. \begin{aligned} t_p &= \frac{30 \cdot 420}{60} = 210 \\ t_v &= \frac{30 \cdot 700}{60} = 350 \end{aligned} \right\} \text{ Peněžní vyjádření přípravného a výrobního času první operace.}$$

$$\left. \begin{aligned} t_p &= \frac{30 \cdot 400}{60} = 200 \\ t_v &= \frac{30 \cdot 500}{60} = 250 \end{aligned} \right\} \text{ Peněžní vyjádření přípravného a výrobního času druhé operace.}$$

**Součet: 1010 Kč**

### 4.3 Výrobní postup dutého hřídele

Výrobní postup dutého hřídele je taktéž, jako tomu bylo v případě DD, interpretován přesně podle výrobního postupu v IS Baan. Jedná se o tvarově složitější součást, čemuž také odpovídají přípravné i výrobní časy. Dutý hřídel stejně jako různé trubky a další součásti kruhového průřezu jsou velmi častým výrobkem ve společnosti TS Plzeň, a.s.

Dutý hřídel Ts 321456

Operace	Úkon	Popis	Stroj	Čas. nast.	Čas. výr.
10	7301	Práce na horizontce	48210	60	60
20	7162	Práce na soustruhu	41350	30	500
30	7301	Práce na horizontce	48210	0	400
40	6102	Záměčnické práce	94210	5	150
50	7162	Práce na soustruhu	41350	20	800
60	6102	Záměčnické práce	94210	5	60

Tab. 3: Výrobní postup dutého hřídele

### 4.4 Výpočet ceny výroby dutého hřídele

Výpočet ceny výroby dutého hřídele provedeme stejným způsobem jako v případě výpočtu u DD. Místo jednotlivých rozepsaných výpočtů uvedeme vždy jen název operace a částku, kterou jsme na tuto operaci museli vynaložit.

Dutý hřídel Ts 321456:

- práce na horizontce: přípravný čas 60 minut, výrobní čas 60 minut,
- práce na soustruhu: přípravný čas 30 minut, výrobní čas 500 minut,
- práce na horizontce: přípravný čas 0 minut, výrobní čas 400 minut,
- zámečnické práce: přípravný čas 5 minut, výrobní čas 150 minut,
- práce na soustruhu: přípravný čas 20 minut, výrobní čas 800 minut,
- zámečnické práce: přípravný čas 5 minut, výrobní čas 60 minut.

Práce na horizontce: 1 120 Kč

Práce na soustruhu: 6043,3 Kč

Práce na horizontce: 4666,7 Kč

Zámečnické práce: 1288,3 Kč

Práce na soustruhu: 9473,3 Kč

Zámečnické práce: 533,3 Kč

***Celková suma za výrobu dutého hřídele činní: 23124,9 Kč***

## 4.5 Vyhodnocení

Cena za výrobu dutého hřídele po započtení veškerých technologických operací činí **23124,9** Kč. Cena za výrobu DD je **1651,7** Kč. To znamená, že cena za výrobu DD je pouhých 7% z výrobní ceny dutého hřídele. To v praxi znamená akceptovatelnou sumu za výrobu přípravku. V tomto případě je navíc výroba přípravku nutností pro obrábění dutého hřídele. Bez něj by nebylo možné hřídel upnout do obráběcího stroje. Tento příklad si zde uvádíme pouze pro demonstraci a pro ukázkou toho, že ani v kusové výrobě nemusí výroba přípravku znamenat výrazné navýšení celkové ceny zakázky.

Dalším krokem je vyjádření úspory při úpravě a znovu použití přípravku. V případě, že bychom DD nevyráběli z polotovaru, ale využili jinou, již vyrobenou DD a pouze jí upravili, tato úprava by nás vyšla na **1010** Kč. Oproti výrobě kompletně nové DD bychom tedy ušetřili **641,7** Kč. Cena přípravku by potom byla pouhých 4,37% z ceny výroby dutého hřídele. Tato úspora se na první pohled nezdá příliš velká, ale sklad DD v TS Plzeň čítá několik desítek těchto desek, z nichž některé jsou upraveny vícekrát.



## 5 Výroba přípravku pro obrábění navíjecího stroje

Tento projekt je dle mého názoru přímo ukázkovým příkladem pro vyjádření využitelnosti přípravků v kusové výrobě. Jedná se o výrobu přípravku pro obrábění navíjecího stroje. Přípravek bude použit pouze pro jednu operaci a to soustružení. Jedná se o konečnou operaci při výrobě navíjecího stroje, kdy se všechny vyrobené části poskládají dohromady, vytvoří tvar plného válce a společně se obrábějí. Veškeré součásti musí být na přípravku uloženy s velkou přesností, aby po obrobení a opětovném rozmontování měla každá z nich stále stejný tvar. V tomto případě však na rozdíl od předchozího využití přípravku není nutností. Veškeré části navíjecího stroje lze smontovat také pomocí hřídele bubnu, kterou používá zákazník. Výroba této hřídele, jak si ukážeme na následujících stránkách je však výrobně nákladná a proto se vedení společnosti v rámci úspory rozhodlo pro výrobu přípravku.

Zakázka na výrobu navíjecích strojů probíhala v TS Plzeň, a.s. téměř po celý loňský rok. Celkem bylo vyrobeno šest kusů těchto strojů. Při výrobě každého z nich byl využit námi vyrobený přípravek. Při výhledovém plánování na příští rok se zdá, že by výroba navíjecích strojů mohla pokračovat. To znamená, že přípravek bude využíván i nadále a rozhodnutí o jeho vyrobení se bude stávat čím dál více rozumnějším.



Obr. 16: Navíjecí stroj [18]



## 5.1 Výrobní postup přípravku pro obrábění navíjecího stroje

Výrobní postup přípravku pro obrábění navíjecího stroje je tvořen formou tabulek jednotlivých částí přípravku. Tyto tabulky jsou odvozeny od postupu v informačním systému Baan, který společnost TS Plzeň, a.s. používá. V tabulce je uvedeno číslo operace, úkon, popis operace, stroj, na kterém se operace provádí, čas nastavení stroje a obrobku a výrobní čas. Do uvedeného výrobního postupu nebyly zapisovány práce jako vyskladnění, prorýsování apod., které neměly daný čas, tudíž jsou pro následné výpočty nepodstatné.

Plech Fd 425361

Operace	Úkon	Popis	Stroj	Čas. nast.	Čas. výr.
10	7162	Práce na soustruhu	41350	30	60
20	7402	Práce na vrtačce	46510	60	60
30	6102	Zámečnické práce	94210	20	20

Tab. 4: Výrobní postup plechu

Hřídel Fd 311737

Operace	Úkon	Popis	Stroj	Čas. nast.	Čas. výr.
10	6505	Zámečnické práce	94220	20	140
20	6601	Svařování elektrodou	127270	10	15
30	6506	Nahřívání plamenem	92810	10	35
40	6603	Svařování	127530	10	120
50	6550	Pískování	161550	10	35
60	7317	Práce na CNC	348240	30	40
70	7204	Práce na soustruhu	41290	60	240
80	7317	Práce na CNC	348240	40	120
90	7113	Práce na hrotové brusce	55371	30	60
100	7204	Práce na soustruhu	41290	20	30
110	6102	Zámečnické práce	94210	10	140

Tab. 5: Výroba hřídele

Plech Fd 425360

Operace	Úkon	Popis	Stroj	Čas. nast.	Čas. výr.
10	7204	Práce na soustruhu	41290	30	35
20	7301	Práce na horizontce	48210	30	25
30	6102	Zámečnické práce	94210	3	5

Tab. 6: Výroba plechu

Přípravek - sestava Fd 204607

Operace	Úkon	Popis	Stroj	Čas. nast.	Čas. výr.
10	6102	Zámečnické práce	94210	0	960
20	7432	Práce na svislé frézce	52280	0	450
30	7204	Práce na soustruhu	41290	0	120

Tab. 7: Výroba přípravku

Plech Fd 425362

Operace	Úkon	Popis	Stroj	Čas. nast.	Čas. výr.
10	7162	Práce na soustruhu	41350	30	60

Tab. 8: Výroba plechu

Příruba Fd 425395

Operace	Úkon	Popis	Stroj	Čas. nast.	Čas. výr.
10	7162	Práce na soustruhu	41350	30	60
20	7301	Práce na horizontce	48210	30	15
30	6102	Zámečnické práce	94210	5	10

Tab. 9: Výroba příruby

KOTO      Úprava      Fd 311737

Operace	Úkon	Popis	Stroj	Čas. nast.	Čas. výr.
10	7162	Práce na soustruhu	41350	30	90
20	7210	Práce na soustruhu	41250	30	150
30	6102	Zámečnické práce	94210	20	140
40	6603	Svařování	127530	10	140
50	6506	Nahřívání plamenem	92810	10	35
60	7162	Práce na soustruhu	41350	30	120

Tab. 10: Úprava přípravku

Jednotlivé tabulky jsou rozděleny pro každý díl přípravku. Nad každou z nich je uveden název dílu a číslo výkresu. V následující kapitole budou z těchto tabulek vytaženy důležité údaje pro výpočet ceny přípravku.

## 5.2 Výpočet ceny přípravku

Výpočet celkové ceny přípravku bude počítán na základě hodinových sazeb strojů a jednotlivých úkonech na těchto strojích. Konstrukční a technologická příprava výroby, do výpočtu zahrnuta nebude a to z důvodu náročné dohledatelnosti těchto údajů. Každá operace tedy bude počítána jako počet minut na daném stroji (pracovišti) krát hodinová sazba tohoto stroje (pracoviště). Příklad výpočtu lze vidět na následujícím modelu.



Obr. 17: Přípravek pro obrábění navijecího stroje

Plech Fd 425361:

- práce na soustruhu- přípravný čas 30 min, výrobní čas 60 min.
- práce na vrtačce- přípravný čas 60 min, výrobní čas 60 min.
- zámečnické práce- přípravný čas 20 min, výrobní čas 20 min,

$t_p$ : čas přípravný

$t_v$ : čas výrobní

Výpočet je prováděn klasickou trojčlenkou, kdy u přípravného času  $t_p$  je první číslo zlomku tedy 30 přípravný čas práce na soustruhu [min] vynásobený hodinovou sazbou soustruhu 420 [Kč/hod] a vydělený 60 tak, abychom dostali výslednou cenu této operace opět v korunách za hodinu. Stejný postup je proveden i u času výrobního a dále u všech následujících operací.

$$\left. \begin{array}{l} t_p = \frac{30 \cdot 420}{60} = 210 \\ t_v = \frac{60 \cdot 700}{60} = 700 \end{array} \right\} \text{Peněžní vyjádření přípravného a výrobního času první operace.}$$

$$\left. \begin{array}{l} t_p = \frac{60 \cdot 400}{60} = 400 \\ t_v = \frac{60 \cdot 600}{60} = 600 \end{array} \right\} \text{Peněžní vyjádření přípravného a výrobního času druhé operace.}$$

$$\left. \begin{array}{l} t_p = \frac{20 \cdot 400}{60} = 133,3 \\ t_v = \frac{20 \cdot 500}{60} = 166,7 \end{array} \right\} \text{Peněžní vyjádření přípravného a výrobního času třetí operace.}$$

**Součet: 2210 Kč.**

Výše uvedená suma 2210 Kč zahrnuje pouze výrobní náklady. V této ceně není zahrnuta příprava výroby TPV pracovníky, která nebude připočítávána u žádného z dílů. Není zde zahrnuta ani cena materiálu, přeprava apod.

Výpočet ceny každé operace klasickou trojčlenkou je u tohoto dílu víceméně zbytečný, protože 60 min = hodina = sazba pracoviště. Stejně tak 30 min = ½ hodiny = ½ sazby pracoviště. U dalších dílů však nejsou přípravné a výrobní časy takto dobře počitatelné, proto je zde ukázán jen demonstrativně způsob jakým se budou ceny určovat u dalších dílů. Podrobný výpočet ceny každého dílu dle mého názoru není nutný a ani není předmětem této práce, proto dále budou uváděny jen konečné ceny výroby jednotlivých operací a každého dílu.

**Hřídél Fd 311737:**

Zám. práce: 1300 Kč	}	<b><i>Součet:</i></b> 11790,1 Kč
Svařování: 216,7 Kč		
Nahřívání plamenem: 416,7 Kč		
Svařování: 1266,7 Kč		
Pískování: 666,6 Kč		
Práce na CNC: 896,7 Kč		
Práce na soustruhu: 2400 Kč		
Práce na CNC: 2160 Kč		
Práce na brusce: 850 Kč		
Práce na soustruhu: 383,3 Kč		
Zám. práce: 1233,4 Kč		

**Plech Fd 425360:**

Práce na soustruhu: 491,7 Kč	}	<b><i>Součet:</i></b> 1045,1 Kč
Práce na horizontce: 491,7 Kč		
Zám. práce: 61,7 Kč		

**Přípravek – sestava Fd 240607:**

Zám. práce: 8000 Kč	}	<b><i>Součet:</i></b> 13500 Kč
Práce na svislé frézce: 4500 Kč		
Práce na soustruhu: 1000 Kč		

**Plech Fd 425362:**

Práce na soustruhu: 910 Kč	}	<b><i>Součet:</i></b> 910 Kč
----------------------------	---	------------------------------

**Příruba Fd 425395:**

Práce na soustruhu: 910 Kč	}	<b><i>Součet:</i></b> 1411,6 Kč
Práce na horizontce: 385 Kč		
Zám. práce: 116,6 Kč		

**KOTO/úprava Fd 311737:**

Práce na soustruhu: 1260 Kč

Práce na soustruhu: 325 Kč

Zám. práce: 1300 Kč

Svařování: 1466,7 Kč

Nahřívání plamenem: 416,7 Kč

Práce na soustruhu: 1610 Kč

***Součet:*** 6378,4 Kč

***Celková suma za výrobu přípravku činí 37245,2 Kč.***

Celková suma zahrnuje všechny díly, které bylo k přípravku nutné vyrobit a úpravy, které bylo nutné udělat při jeho montáži na navíjecí stroj. Jedná se o sumu pouze za vlastní výrobu, tzn. bez nákupu materiálu, nákladů na skladování apod.

### 5.3 Výrobní postup navíjecího stroje

Výrobní postup navíjecího stroje je analogický k postupu výroby přípravku. Je zde uveden postup výroby jednotlivých segmentů navíjecího stroje, včetně vřetena navíječky a rozpěrného pouzdra, které jsou nedílnou součástí celého stroje.

Segment 1 Ts 321124

Operace	Úkon	Popis	Stroj	Čas. nast.	Čas. výr.
10	7317	Práce na CNC	348240	480	1100
20	6102	Zámečnické práce	94210	5	55
30	7317	Práce na CNC	348240	480	2400
40	6102	Zámečnické práce	94210	10	210
50	7317	Práce na CNC	348240	120	180
60	6102	Zámečnické práce	94210	6	57

Tab. 11: Výrobní postup segmentu 1

Segment 2 Ts 321125

Operace	Úkon	Popis	Stroj	Čas. nast.	Čas. výr.
10	7439	Práce na portálu	52920	0	240
20	6102	Zámečnické práce	94210	5	55
30	7317	Práce na CNC	348240	120	90
40	6102	Zámečnické práce	94210	5	55
50	7439	Práce na portálu	52920	45	360
60	6102	Zámečnické práce	94210	3	27
70	7317	Práce na CNC	348240	360	720
80	6102	Zámečnické práce	94210	10	120
90	7317	Práce na CNC	348240	90	60
100	6102	Zámečnické práce	94210	3	12
110	7301	Práce na horizontce	48210	0	450
120	6102	Zámečnické práce	94210	5	25

Tab. 12: Výrobní postup segmentu 2



Vřeteno navíječky Ts 422536

Operace	Úkon	Popis	Stroj	Čas. nast.	Čas. výr.
10	6102	Zámečnické práce	94210	0	1500
20	7162	Práce na soustruhu	41350	150	2200

Tab. 13 : Výrobní postup vřetena nabíječky

Rozpěrné pouzdro Ts 211547

Operace	Úkon	Popis	Stroj	Čas. nast.	Čas. výr.
10	7301	Práce na horizontce	48210	60	60
20	7162	Práce na soustruhu	41350	0	900
30	7301	Práce na horizontce	48210	0	2700
40	6102	Zámečnické práce	94210	5	150
50	7162	Práce na soustruhu	41350	120	1320
60	6102	Zámečnické práce	94210	3	60
70	7162	Práce na soustruhu	41350	0	180
80	6102	Zámečnické práce	94210	3	30
90	7315	Práce na CNC	448280	0	2400
100	6102	Zámečnické práce	94210	0	2160
110	4111	Práce na horizontce	48280	120	1560
120	6102	Zámečnické práce	94210	3	90
130	7162	Práce na soustruhu	41350	0	480
140	6102	Zámečnické práce	94210	3	120

Tab. 14: Výrobní postup rozpěrného pouzdra

## 5.4 Výpočet ceny výroby navíjecího stroje

Výpočet ceny je opět analogický k předešlým výpočtům. U každého dílu jsou uváděny operace a ceny za jejich výrobu, které jsou následně sečteny a případně vynásobeny počtem dílů použitých pro výrobu navíjecího stroje.

### Segment 1 Ts 321124:

Práce na CNC: 20820 Kč

Zám. práce: 491,6 Kč

Práce na CNC: 39020 Kč

Zám. práce: 1816,7 Kč

Práce na CNC: 3780 Kč

Zám. práce: 515 Kč

**Součet:** 66443,3 Kč - 4x = 265773,2 Kč

### Segment 2 Ts 321125:

Práce na portálu: 2400 Kč

Zám. práce: 491,6 Kč

Práce na CNC: 2430 Kč

Zám. práce: 491,6 Kč

Práce na portálu: 3900 Kč

Zám. práce: 245 Kč

Práce na CNC: 14040 Kč

Zám. práce: 1066,7 Kč

Práce na CNC: 1710 Kč

Zám. práce: 120 Kč

Práce na horizontce: 5250 Kč

Zám. práce: 241,6 Kč

**Součet:** 32386,5 Kč - 4x = 129546 Kč

**Vřeteno navíječky Ts 422536:**

Zám. práce: 12500 Kč

Práce na soustruhu: 26716,7 Kč

**Součet:** 39216,7 Kč

**Rozpěrné pouzdro Ts 211547:**

Práce na horizontce: 1120 Kč

Práce na soustruhu: 10050 Kč

Práce na horizontce: 31500 Kč

Zám. práce: 1283,3 Kč

Práce na soustruhu: 16240 Kč

Zám. práce: 520 Kč

Práce na soustruhu: 2100 Kč

Zám. práce: 270 Kč

Práce na CNC: 36000 Kč

Zám. práce: 18000 Kč

Práce na horizontce: 24480 Kč

Zám. práce: 770 Kč

Práce na soustruhu: 5600 Kč

Zám. práce: 1020 Kč

**Součet:** 148953,3 Kč

***Celková suma za výrobu navíječky s použitím přípravku činí 583489,2 Kč.***

Výpočet ceny navíjecího stroje je v principu úplně stejný jako výpočet přípravku. Celková suma je tvořena všemi díly navíječky. U každého dílu je udávána cena nejdříve za jeden kus u dílů segment1 a segment2 je pak cena uvedena pro čtyři kusy, které jsou nutné pro funkčnost navíjecího stroje.

#### 5.4.1 Výrobní postup hřídele bubnu

Výroba hřídele bubnu přímo v této zakázce nebyla realizována, avšak v dalších zakázkách tohoto typu se může vyskytovat. My jsme v rámci úspor času a nákladů vyrobili přípravek, který tuto hřídel nahrazuje. Uděláme proto kalkulaci dle výrobního postupu z informačního systému Baan a budeme ji uvažovat jako variantu č. 2. Pro případ, že bychom právě tuto hřídel bubnu ve společnosti TS Plzeň vyráběli. Na konci výpočtů uvidíme rozdíl v použití přípravku a v použití hřídele bubnu.

Hřídel bubnu

Ts 321211


Operace	Úkon	Popis	Stroj	Čas. nast.	Čas. výr.
10	4121	Práce na horizontce	48320	60	120
20	4203	Práce na soustruhu	41470	60	150
30	4121	Práce na horizontce	48320	90	720
40	6102	Zámečnické práce	94210	3	25
50	4121	Práce na horizontce	48320	90	1260
60	6102	Zámečnické práce	94210	6	180
70	4203	Práce na soustruhu	41470	60	930
80	6102	Zámečnické práce	94210	3	2
90	4121	Práce na horizontce	48320	0	650
100	6102	Zámečnické práce	94210	6	90
110	4203	Práce na soustruhu	41470	90	1270
120	6102	Zámečnické práce	94210	5	25
130	4203	Práce na soustruhu	41470	60	120
140	4121	Práce na horizontce	48320	0	850
150	6102	Zámečnické práce	94210	80	520

Tab. 15: Výrobní postup hřídele bubnu

#### 5.4.2 Výpočet ceny hřídele bubnu

Výpočet ceny hřídele bubnu je shodný, jako v předchozích případech. Jeho postup je naznačen v kapitole „5.2 Výpočet ceny přípravku“. K výpočtu tedy opět posloužil technologický postup výroby společně s ceníkem úkonů, pracovišť a strojů. Dále jsou tedy uváděny jen ceny jednotlivých operací.

##### Hřídel bubnu Ts 321211:

Práce na horizontce: 2860 Kč	
Práce na soustruhu: 2125 Kč	
Práce na horizontce: 13200 Kč	
Zámečnické práce: 228,3 Kč	
Práce na horizontce: 24090 Kč	
Zámečnické práce: 1540 Kč	
Práce na soustruhu: 13685 Kč	
Zámečnické práce: 36,7 Kč	
Práce na horizontce: 11916,7 Kč	
Zámečnické práce: 790 Kč	
Práce na soustruhu: 18756,7 Kč	
Zámečnické práce: 241,6 Kč	
Práce na soustruhu: 2210 Kč	
Práce na horizontce: 15583,3	<b><i>Součet:</i></b> 111649,6 Kč
Zámečnické práce: 4386,3 Kč	

Vypočtená suma za výrobu hřídele bubnu činí **111649,6 Kč**. To je téměř tři krát více, než cena za výrobu přípravku pro obrábění. To je způsobeno především výrazně složitějším způsobem výroby této hřídele. Zatímco přípravek se skládá pouze z odstupňované hřídele a několika plechů kruhového průřezu na něj navařených, hřídel bubnu je konstruována tak, aby při konečném smontování nesla přesně umístěné posuvné segmenty. Je zde tedy nutné vyrobít vybrání ze čtyř stran hřídele a to ve třech za sebou ležících provedeních s přesnou tolerancí pro přesné ustavení všech segmentů navíjecího stroje.

## 5.5 Vyhodnocení

Po vypočtení ceny přípravku a celkové sumy na výrobu všech dílů navíjecího stroje jsme schopni vypočítat výrobní cenu celé zakázky. Je-li výrobní cena přípravku 37245,2 Kč a výrobní cena navíjecího stroje 583489,2 Kč pak celková cena činí **620734,4** Kč. Dle níže uvedeného výpočtu dále zjistíme kolik procent z celkové ceny činí cena přípravku.

$$x = \frac{100 \cdot 37245,2}{620734,4} = 6\%$$

Cena přípravku činí pouze 6% z celkové výrobní ceny navíjecího stroje. Ve strojírenství je běžnou praxí, že k výrobní ceně se přidává 10% ve formě marže pro výrobce. To znamená, že v tomto případě se přípravek zaplatí už při jednom vyrobeném kusu. Navíc přípravek bývá často hrazen na náklady zákazníka. Čím více kusů je vyrobeno pomocí stejného přípravku, tím více je jeho cena zanedbatelná z pohledu celé zakázky. V našem případě bylo vyrobeno v průběhu jednoho roku hned šest navíjecích strojů, na které se přípravek použil. V některých případech bylo nutné udělat na přípravku nepatrné změny, z důvodu změn rozměrů některých dílů navíjecího stroje, avšak ty byly z pohledu zakázky zanedbatelné, proto nejsou v této práci uváděny.

V případě varianty, kdy by se místo přípravku vyráběla vlastní hřídel bubnu, by se celková cena vyšplhala na **695138,8** Kč. V této ceně je zahrnuta výrobní cena navíjecího stroje, jako v předchozím případě 583489,2 Kč plus výroba hřídele bubnu 111649,6 Kč. Cena přípravku zde zahrnuta není, protože ten už při tomto způsobu výroby není potřebný.

Z výše uvedených výsledků vyplývá, že použitím přípravku lze ušetřit **74404,4** Kč při výrobě jednoho kusu navíjecího stroje. Z pohledu celoročního kdy těchto strojů bylo hned šest společnost TS Plzeň, a.s. díky použití přípravku ušetřila **446426,4** Kč. To je částka, která dle mého názoru není zanedbatelná pro žádnou ze společností působící ve stejném nebo podobném oboru.

Jako další úsporu lze jednoznačně považovat rozdílný čas výroby přípravku a hřídele bubnu. Po sečtení veškerých přípravných časů výroby přípravku dostáváme hodnotu **648** minut. Součet časů výrobních se rovná **3520** min. Veškeré přípravné časy pro výrobu hřídele bubnu činí **613** minut a časy výrobní **6912** minut. Co se týče přípravných časů, můžeme z uvedených údajů vidět, že tento čas je u přípravku nepatrně vyšší. Rozdíl 35 minut však nemá na takto rozsáhlý projekt žádný vliv. Čas výrobní se naopak liší velmi výrazně. Výroba hřídele bubnu zabere bez několika minut dvojnásobný čas oproti výrobě přípravku. To už se samozřejmě do plánovacího kalendáře výroby výrazně promítne. Čas uspořený použitím přípravku se dá využít pro jinou výrobu. Úspora 6912 minut na strojích vyrábějících součásti tohoto typu se může pohybovat od 51840 Kč do 80640 Kč. Tyto hodnoty dostaneme vynásobením hodinové sazby stroje počtem uspořených minut v hodinách.

Návratnost výroby přípravku lze určit poměrně jednoduše. Na předchozí stránce jsme si vypočetli, že výrobní cena přípravku činí pouze 6% z celkové výrobní ceny. Naproti tomu výrobní cena hřídele bubnu by činila 16% z celkové ceny. Pro výpočet této hodnoty byl použit stejný vzorec jako v přechodícím případě. To znamená:

$$x = \frac{100 \cdot 111649,6}{695138,8} = 16\%$$

Hodnota 16% nám říká, že již při výrobě prvního navíjecího stroje jsme ušetřili více než 10% částky z celkové výrobní ceny. To znamená, že přípravek využitý v tomto projektu se z finančního i časového pohledu výroby vyplatí již při jednom vyrobeném kusu navíjecího stroje.

Jako poslední výhodu použití přípravku v tomto projektu bych viděl určitě standardizovanost jeho výroby. Nejedná se o úsporu materiální, časovou či ekonomickou, ale spíše o úsporu požadavků na dělníka. Vyrábět díl, který je standardním výrobkem v daném závodě, je určitě jednodušší, nežli vyrábět díl speciální. Předcházíme tak vzniku neočekávaných problémů a možných nepřesností při výrobě.

Z uvedených závěrů můžeme jednoznačně říci, že výroba přípravku byla vhodnou volbou. Úspora jak časová, tak finanční je zde velmi značná a to jen dokazuje, že i v kusové výrobě jsou případy, kdy výroba přípravku nemusí být jen nutným, ale také ekonomicky, časově a výrobně výhodným řešením.

## 6 Výroba přípravku pro frézování a broušení

Tento přípravek je výrobně velmi jednoduchý, avšak pro praktické využití potřebný a hojně využívaný. Jak napovídá název kapitoly lze ho využít jak pro frézování tak, pro broušení. Šetří tedy čas i práci hned u dvou výrobních operací. Čím větší je série vyráběných kusů, tím více můžeme použitím přípravku ušetřit. Pro tento konkrétní případ budeme řešit malou sérii čítající šestnáct kusů výrobku. Využitím přípravku bude možno tuto sérii rozdělit do čtyř dávek a obrábět tak vždy čtyři kusy společně.



Obr. 18: Přípravek pro frézování a broušení

Operaci frézování dle mého názoru na této fakultě netřeba popisovat, na obrázku č. 17 uvedeném níže je proto zobrazena jen pro ilustraci. Zde můžeme vidět obrábění jednoho kusu materiálu, tak jak jej klasicky známe. Náš přípravek umožňuje vyrábění hned čtyř kusů najednou. Pro připevnění přípravku k obráběcímu stolu, mohou sloužit čtyři otvory v rozích, kterými se provleče šroub a pomocí T matice, která se usadí do drážek obráběcího stolu a přitáhne se, tak aby nebyl možný posuv do žádného směru. Do přípravku se ustaví obráběné kusy a přitáhnou šrouby skrz předem vyvrtané otvory.



Obr. 19: Frézování [16]



Téměř shodný postup použití přípravku bude také u broušení. V tomto případě se přípravek neupíná na obráběcí stůl, ale na magnetickou desku. Výhodou použití tohoto přípravku je, že kusy zde zůstaly přesně ustaveny od operace frézování a čas nastavení je tedy jen čas na ustavení přípravku na magnetickou desku brusky. To se výrazně promítne do snížení přípravného času a celkového času výroby dílů, které se obrábí pomocí našeho přípravku.



**Obr. 20: broušení [17]**

## 6.1 Výrobní postup přípravku pro frézování a broušení

Jak již bylo řečeno, výrobní postup přípravku je velmi jednoduchý a jak časově, tak finančně nenáročný. Veškeré úkony lze provádět na konvenčních strojích bez potřeby speciálních nástrojů případně jiných pomůcek. Technologický postup je stejně, jako v předchozích případech vytažen z IS Baan.

Přípravek pro frézování a broušení			Fd 425537		
Operace	Úkon	Popis	Stroj	Čas. nast.	Čas. výr.
10	7432	Práce na svislé frézce	52280	40	120
20	6102	Zámečnické práce	94210	5	30
30	7402	Práce na vrtačce	46510	15	60
40	6102	Zámečnické práce	94210	5	30
50	7131	Práce na brusce na plocho	56150	20	100

Tab. 16: Výrobní postup přípravku pro frézování a broušení

## 6.2 Výpočet ceny přípravku

Výpočet ceny přípravku probíhá analogicky jako u předchozích projektů. Opět se vychází z přípravných a výrobních časů jednotlivých operací, které následně pronásobíme hodinovými sazbami těchto pracovišť.

### Přípravek pro frézování a broušení Fd 425537:

Práce na svislé frézce: 1466,7 Kč	}	<b>Součet: 3849,9 Kč</b>
Zámečnické práce: 283,3 Kč		
Práce na vrtačce: 600 Kč		
Zámečnické práce: 283,3 Kč		
Práce na brusce na plocho: 1216,63 Kč		

### 6.3 Výrobní postup kluzných desek

Výrobní postup kluzné desky je uveden pro každý kus zvlášť. Klasicky se totiž stanovuje výrobní postup pro jednotlivé kusy, ten se poté vynásobí počtem kusů a vznikne tak výrobní čas na celou dávku. Možné využití přípravku se začíná řešit až po této fázi.

Kluzná deska		Ts 425367			
Operace	Úkon	Popis	Stroj	Čas. nast.	Čas. výr.
10	7432	Práce na svislé frézce	52280	30	100
20	6102	Zámečnické práce	94210	10	60
30	7432	Práce na svislé frézce	52280	30	80
40	7402	Práce na vrtačce	46510	25	80
50	7131	Práce na brusce na plocho	56150	30	100
60	6102	Zámečnické práce	94210	10	40

Tab. 17: Výrobní postup kluzné desky

### 6.4 Výpočet ceny výroby kluzných desek

Při výpočtu výrobní ceny kluzné desky bude postupováno stejným způsobem jako v předchozích případech. Po sečtení výrobních cen veškerých operací dostaneme částku za jeden kus. Tuto částku následně vynásobíme šestnácti a dostaneme tak cenu za výrobu celé dávky v případě, že bychom vyráběli každý kus zvlášť.

#### Kluzná deska Ts 425367:

Práce na svislé frézce: 1200 Kč

Zámečnické práce: 766,7 Kč

Práce na svislé frézce: 1000 Kč

Práce na vrtačce: 966,7 Kč

Práce na brusce na plocho: 1200 Kč

Zámečnické práce: 400 Kč

**Součet:** 5533,4 Kč - 16x = 88534,4 Kč

#### 6.4.1 Výroba kluzných desek pomocí přípravku

Při využití přípravku lze obrábět čtyři kusy kluzných desek najednou. Výrobní postup pro použití přípravku byl dopsán do informačního systému Baan poté, co se o použití přípravku rozhodlo a jeho podoba vypadá následovně:

Výroba kluzných desek pomocí přípravku

Operace	Úkon	Popis	Stroj	Čas. nast.	Čas. výr.
10	7432	Práce na svislé frézce	52280	100	250
20	6102	Zámečnické práce	94210	40	120
30	7432	Práce na svislé frézce	52280	50	200
40	7402	Práce na vrtačce	46510	80	200
50	7131	Práce na brusce na plocho	56150	45	240
60	6102	Zámečnické práce	94210	30	120

Tab. 18: Výrobní postup výroby kluzných desek pomocí přípravku

Z uvedeného postupu vyplývá, že výrobní časy pro operace frézování a broušení se prodloužily, musíme však brát v úvahu, že se jedná o výrobu čtyř kusů kluzných desek najednou. Námi již velmi dobře známým postupem tedy vypočteme výrobní ceny jednotlivých operací, které následně sečteme dohromady a vynásobíme počtem dávek, abychom dostali výslednou cenu pro šestnáct kusů.

#### Výroba kluzných desek pomocí přípravku:

Práce na svislé frézce: 3166,7 Kč

Zámečnické práce: 1266,7 Kč

Práce na svislé frézce: 2333,3 Kč

Práce na vrtačce: 2533,3 Kč

Práce na brusce na plocho: 2700 Kč

Zámečnické práce: 1400 Kč

**Součet:**  $13400 - 4x = 53600$  Kč

## 6.5 Vyhodnocení

Přípravek pro frézování a broušení byl vyráběn především pro snadnější upnutí obráběných kusů a tedy zkrácení časů na přípravu výroby. V důsledku toho jsme předpokládali i snížení výrobních časů a finančních nákladů na obrábění. Všechny tyto předpoklady se nám podařilo splnit velmi dobře.

Chceme-li vyčíslit úsporu času, musíme se podívat do výrobního postupu kluzné desky a následně do výrobního postupu kluzných desek s použitím přípravku. Zde můžeme vidět, že celkové přípravné a výrobní časy pro šestnáct kusů kluzných desek obráběných jednotlivě jsou **9520** minut. Při výrobě pomocí přípravku tedy po dávkách čtyř kusů najednou se suma všech přípravných a výrobních časů rovná **5900** minut. Z toho vyplývá úspora **3620** minut, kterou lze využít na výrobu pro další zakázky. Čas čistě na upnutí kluzné desky se nám při použití přípravku zkrátil z **2160** minut na **1380** minut, což bylo hlavním záměrem výroby přípravku.

Pokud se na tuto úsporu podíváme z hlediska finančního, zjistíme, že obráběním s pomocí přípravku jsme ušetřili 34934,4 Kč. To vyplývá z odečtení ceny za výrobu všech kluzných desek, kdyby se vyráběli jednotlivě, což je 88534,4 Kč a ceny za výrobu s pomocí přípravku, která činí 53600 Kč. Z této sumy musíme odečíst ještě cenu přípravku, která činí 3849,9 Kč. Ve výsledku jsme tedy ušetřili **31084,5** Kč. Chceme-li zjistit jak značnou část finančních prostředků musíme vynaložit na výrobu přípravku, použijeme stejný vzoreček, jako v případě předchozího projektu.

$$x = \frac{100 \cdot 3849,9}{88534,4} = 4,34\%$$

Návratnost výroby přípravku je v tomto případě velmi rychlá. Jak můžeme vidět na vzorečku výše, cena výroby přípravku se vyhoupla nepatrně přes 4% z celkové výrobní ceny. To znamená, že stačí jedna série jako je tato a přípravek se zaplatí. Vezmeme-li v úvahu, že běžnou praxí je přidávat k výrobní ceně minimálně 10% ve formě zisku, znamená to, že by pravděpodobně stačila i menší série proto, aby se přípravek zaplatil. Přípravek navíc ve většině případů hradí přímo zákazník.

Na základě uvedených výsledků můžeme tedy jednoznačně říci, že výroba přípravku se vyplatila jak po finanční stránce, tak po stránce časové úspory. Tyto dvě stránky spolu velmi úzce souvisí, protože časová úspora ve výsledku znamená také úsporu finanční. Lze také vidět, že výroba přípravků není prospěšná jen pro velkosériovou výrobu. V kusové výrobě jsou samozřejmě i případy, kdy výroba přípravku není cenově příliš výhodná, jedná se však většinou o případy, kdy daný výrobek nelze vyrábět jinak, než s použitím přípravku. Poté však rozhodování o tom, jestli přípravek vyrobit či ne ztrácí smysl.

## 7 Závěr

Výroba přípravků je pro drtivou většinu strojírenských firem téměř každodenním tématem řešení. Za dobu svého působení v několika společnostech jsem se o tom mohl sám přesvědčit. Ať už se jedná o společnost vyrábějící produkty ze železa pro těžký strojírenský průmysl, či společnost vyrábějící miniaturní plastové díly do automobilů, využití přípravků je pro jejich výrobu nezbytné. Ekonomická výhodnost výroby přípravků se řeší v případě, že vyrábíme přípravek pro určité zlepšení. V případě, že přípravek vyrábíme z důvodu toho, že vyráběné díly bez něj nelze dokončit, na finanční stránku věci se moc nehledí. V této práci byla řešena právě ekonomická výhodnost použití přípravků a to v kusové výrobě.

Nejprve jsme si ukázali ten nejjednodušší případ, kdy ze starého nepoužívaného přípravku uděláme nový. Aby tato úprava byla ekonomicky vhodná, tak cena úpravy přípravku nesměla přesahovat jeho výrobní cenu. Ukázali jsme si tedy, kolik by stála výroba přípravku nového a kolik úprava starého přípravku. Rozdíl v těchto cenách se rovnal naší úspoře.

Dále jsme si ukázali dva typické projekty vyskytující se ve společnosti TS Plzeň a na nich jsme zjišťovali, zda i pro kusovou výrobu lze přípravky s výhodou použít. V obou těchto případech jsme vypočítali cenu výroby nejprve bez použití přípravku a následně s použitím přípravku. Sledovali jsme finanční, ale i časové rozdíly při obou provedeních a následně vyhodnotili vhodnost či nevhodnost použití přípravků.

V obou případech bylo použití přípravku oproti výrobě klasickou cestou velmi výhodné. Ušetřilo se nejen velké množství finančních prostředků, ale také mnoho času, jak při přípravě výroby tak při vlastním obrábění. Výsledek této diplomové práce nelze brát jako důkaz, že přípravky se vždy vyplatí i v kusové výrobě, ale dokazuje, že existuje mnoho případů, kdy použití přípravku výrazně usnadní výrobu a to bez zvýšení nákladů. Naopak v některých případech, jako zde řešených, náklady ještě sníží.

## 8 Použitá literatura

- [1] CHLADIL, J. Přípravky a nástroje – část obrábění. Brno: Nakladatelství Vysokého učení technického v Brně, 1993, ISBN 80-214-0408-6.
- [2] CHVÁLA, J.; VOTAVA, J. Přípravky. 1. vyd. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, n. p. 1988, ISBN 04-240-88.
- [3] CHVÁLA, B. Přípravky a zařízení pro zkrácení vedlejších časů ve výrobě I, II, ŘEZÁČ, A. III. 1.vydání. SNTL Praha 1972. ISBN 301-05-72.
- [4] DYTRT, Z.; STRÝTĚŽKÁ, M.. Efektivní inovace: odpovědnost v managementu. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2009. 150 s. ISBN 978-80-251-2771-1.
- [5] HUMÁR, A. Výrobní technologie I. VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2002
- [6] KOVÁČ, J., MIHOK, J.: Priemyselné inžinierstvo. Edícia vedeckej a odbornej literatúry, Sjf TU v Košiciach, 2013, ISBN 978-80-553-0806-7
- [7] NOVOTNÝ, K., ZEMČÍK, O. Přípravky a nástroje. VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství.
- [8] ZEMČÍK, O. Nástroje a přípravky pro obrábění. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2003, ISBN 80-214-2336-6.
- [9] CARR LANE MANUFACTURING CO. Jig and Fixture Handbook. 1992, ISBN-13: 978-0962207914
- [10] HENRIKSEN, E. Jig and fixture design manual: Industrial press inc., 1973, ISBN: 978-0-8311-0211-1
- [11] JOSHI, P. H., Jigs and fixtures, Tata McGraw-Hill Education, 2010, ISBN: 978-00-706-8073-9
- [12] Strojírenský měsíčník [online] 2014 [cit. 2014-08-4] [www.mmspektrum.com](http://www.mmspektrum.com). Dostupné z: <<http://www.mmspektrum.com/clanek/vyuziti-pocitacove-podpory-pri-konstrukci-pripravku.html>>
- [13] Strojírenství- frézování [online] 2014 [cit. 2014-9-5] [strojirenstvi-frezovani.blogspot.cz](http://strojirenstvi-frezovani.blogspot.cz). Dostupné z: <<http://strojirenstvi-frezovani.blogspot.cz/>>
- [14] Ústav konstruování [online] 2014 [cit. 2014-9-15] [uk.fme.vutbr.cz](http://uk.fme.vutbr.cz). Dostupné z: <<http://uk.fme.vutbr.cz/>>
- [15] TS Plzeň a.s. [online] 2014 [2014-10-7] *TS Plzeň*. Dostupné z: <<http://www.tsplzen.cz/>>

- [16] Průmyslové spektrum [online] 2015 [cit. 2015-03-07] [www.mmspektrum.com](http://www.mmspektrum.com).  
Dostupné z: <<http://www.mmspektrum.com/clanek/inovace-v-rovinnem-frezovani.html>>
- [17] Evropská databanka [online] 2015 [cit. 2015-03-07] [www.edb.cz](http://www.edb.cz). Dostupné z:  
<<http://nabidky.edb.cz/Nabidka-25353-Brouseni-na-plocho-Jicin-Semily-Horice-Nova-Paka-Turnov-Jilemnice>>
- [18] Těžké strojírenství Plzeň [online] 2015 [2015-02-15] [www.tsplzen.cz](http://www.tsplzen.cz). Dostupné z:  
<<http://www.tsplzen.cz/galerie/galerie-nabidka-kooperaci/>>
- [19] Exact technologies [online] 2015 [2015-02-14] [www.exteobchod.cz](http://www.exteobchod.cz). Dostupné z:  
<<http://exteobchod.cz/spojovak-bez-zavitovek-kotev-spon-sx/29522-zatka-6hrnakrvalczm48x200-sroub-din-910-fe.html>>
- [20] Heinrich Kipp Werk [online] 2015 [2015-02-12] [www.kipp.cz](http://www.kipp.cz). <Dostupné z:  
<http://www.kipp.cz/cz/cs/Produkty/Ov1%C3%A1dac%C3%AD-prvky-normovan%C3%A9-d%C3%ADly/Up%C3%ADnac%C3%AD-n%C3%A1%C5%99ad%C3%AD/K0003-p%C5%99estaviteln%C3%A1-up%C3%ADnac%C3%AD-%C5%BEeleza-p%C5%99%C3%ADm%C3%A1-se-%C5%A1rouby.html>>
- [21] Továrna na výrobu strojů [online] 2015 [2015-02-10] [www.stolle-plates.cz](http://www.stolle-plates.cz). Dostupné z:  
<<http://www.stolle-plates.cz/obory-pusobnosti/upinaci-technika/upinaci-kostky/>>
- [22] Mapy [online] 2015 [2015-05-10] [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz). Dostupné z:  
<<http://www.mapy.cz/letecka?x=13.3575511&y=49.7405468&z=17&source=addr&id=12711496&q=tylova%201%2F57>>